

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.04.029>
УДК 552.311

В.О. Сьомка¹, д-р геол. наук, старш. наук. співроб.

E-mail: syomka1949@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5202-4045>

Л.М. Степанюк¹, д-р геол. наук, чл.-кор. НАН України, проф., заст. дир.

E-mail: stepaniuk@nas.gov.ua; <https://orcid.org/0000-0001-5591-5169>

О.М. Пономаренко¹, д-р геол. наук, акад. НАН України, проф., дир.

E-mail: pan.igmof@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5179-6091>

С.М. Бондаренко¹, канд. геол. наук, старш. наук. співроб.

E-mail: sbond.igmr@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7948-3583>

В.В. Сукач¹, д-р геол. наук, старш. наук. співроб., зав. від.

E-mail: svital@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-4710-7230>

С.І. Курило², канд. геол. наук, наук. співроб.

E-mail: kurylo.sergiy@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4466-6851>

М.О. Донський¹, канд. геол. наук, старш. наук. співроб.

E-mail: nikkolai.donskoy@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3037-6346>

¹ Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03142, м. Київ, Україна, просп. Акад. Палладіна, 34

² Інститут наук про Землю, Словацька Академія наук

974 01, м. Банська Бистриця, Словацька Республіка, вул. Думбієрська, 1

МІНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНІТІВ ШПОЛЯНО-ТАШЛИЦЬКОГО РУДНОГО РАЙОНУ (УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ)

Виконані мінералого-петрографічні дослідження різних типів гранітів кіровоградського комплексу (липнязьких, березівських, ярошівських, дорофіївських, глодоських) Шполяно-Ташлицького рудного району Українсько-го щита (УЩ), що дало змогу віднести ці породи до рідкіснометалевого генетичного типу. На користь цього свідчить зокрема високий ступінь кремнекислотності (SiO_2 71,70—74,24 %), алгаїтності (0,53—0,71) і низький ступінь окиснення заліза (0,16—0,59) в гранітах. До того ж вони збагачені фтором і бором, що вказує на наявність у них акцесорного флюориту і турмаліну. Характерною рисою хімізму цих гранітів є переважання калію над натрієм. У гранітах березівського типу виявлено вищий від кларкового (для УЩ) вміст фосфору, цирконію, церію, лантану та літію, що пов'язано з підвищеним вмістом у них акцесорних мінералів — апатиту, циркону, монациту та літійвмісних слюд. Найвищий вміст літію (55 г/т) характерний для липнязьких та ярошівських гранітів, у екзоконтакті яких виявлені родовища літієвих пегматитів і прояви мінералізації ніобію-танталу та стануму. За текстурно-структурними ознаками виділяються масивні, порфіробластові, гнейсоподібні і апліто-пегматоїдні різновиди, між якими існують поступові переходи, що свідчить про їхню генетичну спорідненість. За вмістом Al_{IV} в біютитах апліто-пегматоїдні граніти є більш високо-температурними за гнейсоподібні відміни. Це зумовлено тим, що апліто-пегматоїдні граніти кристалізу-валися із магматичного розплаву за вищих значень температури, ніж гнейсоподібні, які утворилися під час мігматизації метапелітового субстрату за нижчої температури. З'ясовано, що липнязькі граніти, з якими пов'язані родовища літієвих пегматитів, мають мінералогічні ознаки, які відрізняють їх від інших типів гранітів: а) найвищий вміст ВаО (0,44—0,53 %) в мікроклінах; б) найбільш залізистий біютит ($f = 0,64$ %) і найвищий вміст фтору (0,16 %) в ньому. Виконано ізотопно-геохімічні дослідження монациту. Вік утворен-

Цитування: Сьомка В.О., Степанюк Л.М., Пономаренко О.М., Бондаренко С.М., Сукач В.В., Курило С.І., Донський М.О. Мінералого-петрографічна характеристика гранітів Шполяно-Ташлицького рудного району (Український щит). *Мінерал. журн.* 2023. 45, № 4. С. 29—47. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.04.029>

© Видавець ВД "Академперіодика" НАН України, 2023. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

ня цих гранітів змінюється у межах 2026—2042 млн рр. Граніти, з якими пов'язана рідкіснометалева мінералізація, мають вік 2026—2037 млн рр., на відміну від безрудних (смт Смолине), вік утворення яких становить 2042 млн рр. За біотит-гранатовим геотермометром визначено такі температури утворення гранітів: дорофіївські 625 °С, березівські 640 °С, глодоські 640 °С і ярошівські 640—750 °С; P 500—700 МПа. З урахуванням результатів польових спостережень і наведених вище фактів, граніти березівського типу вважаємо належними до комплексу рідкіснометалевих гранітів *S*-типу.

Ключові слова: рідкіснометалеві граніти, липнязькі граніти, березівські граніти, ярошівські граніти, дорофіївські граніти, глодоські граніти, кварц, плагіоклаз, мікроклін, біотит, гранат.

Вступ. Різноманітні гранітоїди складають ~80—90 % докембрійських утворень Українського щита (УЩ). Зрозуміло, що вплив процесів гранітоутворення на металогенію багатьох рідкісних елементів існує, особливо це стосується літофільних елементів Li, Be, Rb, Cs, Zr, а також елементів, що проявляють по-різному подібні властивості: Th, U^{+4} , Ta, Nb, Sn. Часто з гранітоїдами пов'язана рудна концентрація халькофільних елементів: Mo, Cu, Zn, Au, Ag.

Самі граніти переважно є безрудними утвореннями, які водночас характеризуються певною металогенічною спеціалізацією. Рудоносними як правило є ті відміни, які формувались на постмагматичних стадіях утворення гранітоїдної системи — пегматити, різноманітні метасоматити (грейзени, вторинні кварцити, пропіліти). Процеси, що призводять до накопичення промислової концентрації корисних копалин у гранітоїдах, обумовлені здебільшого узагальненою роллю легких компонентів і гідротермальних розчинів, які накопичуються і активізуються на пізніх стадіях диференціації магматичної системи. За класичним сценарієм найактивніше ці процеси відбуваються в апікальних частинах апліто-пегматоїдних гранітних масивів, які мають рудогенерувальні функції. Гранітна магна своєрідним чином "очищує" свій склад у результаті процесів кристалізаційного фракціонування і відокремлення залишкових розплавів, які кристалізуються у вигляді масивів апліто-пегматоїдних гранітів, збагачених легкими і рудними компонентами.

Серед багатьох схем класифікацій, запропонованих щодо гранітних порід, однією із найприйнятніших, з погляду дослідження рудних родовищ, є схема розподілу гранітів на *I*- і *S*-типи, запропонована у роботі [7]. Згідно з цією схемою, орогенні граніти можуть бути розподілені на основі складу про-

доліту — продукту плавлення переважно вивержених (*I*-тип) або осадових (*S*-тип) материнських порід. Загалом граніти *I*-типу відповідають за складом різновидам гранітоїдів від тоналітів до гранодіоритів, тоді як гранітоїдні утворення *S*-типу збігаються за складом з різновидами від адамелітів до гранітів. Граніти *I*-типу мають тенденцію до більшого окиснення (характеризуються вищим значенням фугитивності кисню за граніти *S*-типу, магми яких мають більш відновні параметри через наявність графітової речовини (органічного походження) у материнських для них первинно-осадових породах.

Загалом граніти *I*-типу, які, як передбачається, були сформовані з метамагматичного джерела, характеризуються наявністю амфіболу і можуть містити клінопіроксен та коричневий біотит як залізо-магнезійний мінерал разом із акцесорними сфеном та магнетитом. За міжнародною класифікацією це метаглиноземисті ($Na_2O + K_2O < Al_2O_3 < Na_2O + K_2O + CaO$) або слабо перглиноземисті утворення, відносно натрієві і з широким діапазоном вмісту кремнезему (56—77 % SiO_2). Для гранітів *S*-типу, утворених під час гранітизації метаосадових порід, характерними ознаками є присутність мусковіту і червоно-коричневого (багатого на Ti) біотиту, кордієриту та гранату — залізо-магнезійних мінералів. Акцесорні фази представлені монацитом і, як правило, ільменітом. Ці граніти є істотно перглиноземистими ($Al_2O_3 > Na_2O + K_2O + CaO$) й відносно калієвими, з вищим вмістом кремнезему (64—77 % SiO_2). До таких гранітів належать апліто-пегматоїдні масиви Шполян-Ташлицького рудного району (ШТРР), мінералого-петрографічну характеристику яких наведено у цій статті.

Зразки і методи досліджень. Дослідження базуються на оригінальному кам'яному матеріалі, зібраному у процесі виконання бюджетних тем в Інституті геохімії, мінералогії

та рудоутворення ім. М.П. Семененка (ІГМР) НАН України. Мінералого-петрографічні дослідження зразків виконані у відділі геології та геохімії рудних родовищ ІГМР НАН України. Радіогеохронологічні дослідження виконано за монацитом, виділеним із різних генетичних типів гранітів ШТРР у відділі радіогеохронології ІГМР НАН України.

Дослідження хімічного складу літєвих мінералів виконано в Інституті наук про Землю Словацької АН, м. Банська Бистриця, на приладі *Microprobe JEOL JXA-8530F* (оператор С. Курило).

Геологічна будова району досліджень. ШТРР розташований у західній частині Інгульського мегаблоку (Голованівська шовна зона) і охоплює лівобережжя р. Синюха; на півночі обмежується р. Шполка, а на півдні — р. Чорний Ташлик. Протяжність району у субмеридіональному напрямку перевищує 100 км за ширини 30—35 км.

У структурному плані це Братський синклінорій, розташований у західній периферичній частині Корсунь-Новомиргородського плутону гранітів-рапаківі і Новоукраїнського масиву порфіробластових трахітоїдних гранітів. Із заходу район обмежений Голованівською шовною структурою архею, частково активізованою в нижньому протерозой.

Тектонічний план району досліджень визначений синформами дислокованого амфіболіто-гнейс-кристалосланцевого субстрату інгуло-інгулецької серії та куполами і брахіантикліналями протерозойських апліто-пегматоїдних калієвих гранітів. У екзоконтакті гранітних куполів виявлено рідкіснометалеві пегматити, золотоносні та ніобій-танталові метасоматити, шеелітоносні скарни, породи піроксеніт-габро-перидотитової плутонічної формації та дайки есексит-камптонітового складу. Апліто-пегматоїдні граніти ШТРР локалізуються у вигляді купольних структур у середній частині Братського синклінорію (рис. 1). За даними І.Б. Щербакова [6], вони віднесені до вознесенського комплексу і виокремлені в групу березівських гранітів, а згідно з чинною Хроностратиграфічною схемою раннього докембрію УЩ об'єднані у складі кіровоградського комплексу.

Петрографічна характеристика гранітів. Спільною ознакою різних типів гранітів кіро-

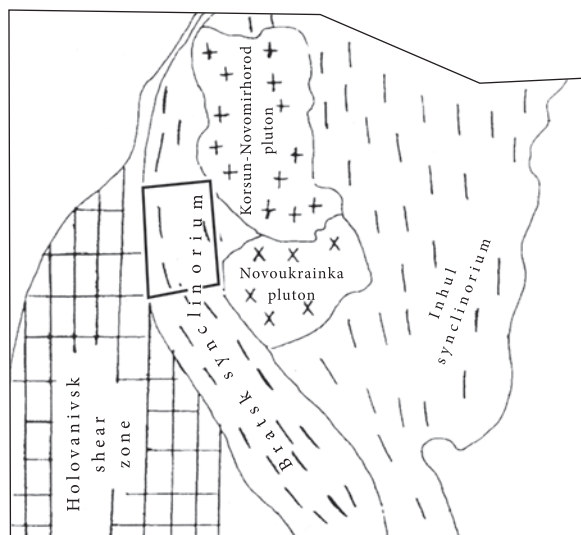


Рис. 1. Геологічна схема центральної частини УЩ. Чотирикутником виділено район поширення гранітів березівського типу

Fig. 1. Geologic sketch map of the central part of the Ukrainian Shield. Quadrilateral indicates the distribution area of the Berezivske granites

воградського комплексу (березівських, липнязьких, ярошівських, дорофіївських та глодоських [4]) є купольна форма залягання, калієва спеціалізація і наявність рудопровів рідкісних металів.

Березівські граніти досліджено у відслоненнях правого берега р. Кільчень, в 300 м вище греблі нижнього ставка смт Смолине. Вони представлені лейкократовими біотитовими та гранат-біотитовими рівномірнотермостійкими відмінами. Відрізняються наявністю розпорошених дрібнозернистих кулястих (діаметром 1—2 см) скупчень лусочок біотиту та ізометричних зерен гранату.

Текстура масивна, іноді слабо виражена директивна, що зумовлено орієнтованим розподілом лусочок біотиту в основній масі породи. Структура породи гіпідіобластова, подеколи порфіробластова через появу більших ідіоморфних виділень мікрокліну.

Мінеральний склад породи, %: калішпат (КПШ) 40—45, плагіоклаз 27—32, кварц 18—25, біотит 3—5, гранат 0,5—1. У невеликій кількості є мусковіт та хлорит із включеннями рутилу. З інших акцесорних мінералів виявлені монацит, циркон, апатит, а з рудних — магнетит, пірит та поодинокі зерна уранініту.

КПШ представлений мікрокліном, який у порфіробластах досягає розміру 5—7 мм, а в

основний дрібнозернистий масі розподілений рівномірно і не перевищує 2 мм за видовженням. Він має ґраткоподібне двійникування і містить пертити (до 20 %), а іноді й дрібні включення плагіоклазу, біотиту і кварцу.

Плагіоклаз представлений заокругленими та таблитчастоподібними зернами зі слабо проявленим двійникуванням і є олігоклазом (№ 19—22). Іноді на контакті з мікрокліном спостерігаються мірмекіти. У порфіробластах олігоклазу трапляються ґратчасті антипертити заміщення. Пелітизація й серицитизація в плагіоклазах незначні.

Кварц утворює порфіробласти (до 0,5 см), дрібнозернисту основну масу породи, а також трапляється у вигляді мікровключень у гранаті та плагіоклазі. Іноді зафіксовано більші (до 1,5 см) гіпідіоморфні зерна кварцу з нормальним погасанням.

Біотит спостерігається у вигляді дрібних (0,2—0,5 мм за видовженням) лусочок із мікровключеннями радіоактивних мінералів з характерними плеохроїчними каймами. Йому властивий плеохроїзм від оранжево-жовтого до червоно-бурого кольору. Іноді біотит заміщений хлоритом з утворенням голочок рутилу.

Акцесорні мінерали представлені монацитом, цирконом та апатитом і формують рівномірне вкраплення ідіоморфних мікровключень у біотиті та польових шпатах.

Липнязькі граніти вивчено у численних відслоненнях та кар'єрі в околиці смт Липняжка та у бортах р. Сухий Ташлик. Макроскопічно вони представлені сірими та рожево-сірими середньо- та дрібнозернистими породами зі смугастою (гнейсоподібною) текстурою. Структура гранітів порфіробластова із гетерогранобластовою структурою основної маси. Часто містять ксеноліти гранат-біотитових гнейсів і жили великозернистих червонувато-сірих двопольовошпатових пегматитів. У останніх КПШ кількісно переважає над плагіоклазом.

Мінеральний склад гранітів, %: калішпат 40—45, плагіоклаз 20—25, кварц 15—20, біотит 5—10, гранат 0,5—1. Акцесорні представлені монацитом, апатитом, цирконом та рудними мінералами.

Серед калієвих польових шпатів розрізняються великі (1—5 см) ідіоморфні вкрап-

лення, дрібні (2—5 мм) порфіробласти, дрібнозернисті ксеноморфні зерна (0,2—1,5 мм) в основній масі породи та антипертитові вrostки в плагіоклазі. Серед великих вкраплень КПШ виділяються: ортоклаз з недосконалою снопоподібною ґраткою і без видимих пертитів; мікроклін з суцільною дрібною снопоподібно- і клітинно-шаховою ґраткою, що містить до 15 % середньодосконалих пертитів з ділянковим їх розподілом; мікроклін з аналогічними ґратками, але із суцільним рівномірним розвитком досить досконалих великих спицеподібних пертитів (до 20 %).

Плагіоклаз із слабо проявленим двійникуванням відповідає олігоклазу № 19—24. Він наявний у вигляді порфіробластів (розміром 1,5—4,5 мм) і ксеноморфних зерен в основній масі, а також утворює пертити в мікрокліні. Іноді спостерігається заміщення олігоклазу мікрокліном.

Кварц як у липнязьких, так і в березівських гранітах утворює порфіробласти (2,5—5,5 мм) та дрібні (0,5—1,5 мм) зерна в основній масі породи. Згасання великих виділень кварцу нормальне, а в дрібнозернистій основній масі частіше за все хвилясте.

Лусочки та листочки біотиту в асоціації з ідіоморфними зернами гранату характерні для основної маси породи. Біотиту властивий плеохроїзм від світло- до темно-коричневого кольору. Іноді по біотиту розвивається зелений хлорит.

Акцесорні мінерали (монацит, апатит, циркон) приурочені до зонок мікротріщинуватості породи і польових шпатів та міжзернових контактів.

Ярошівські граніти опробовані у відслоненнях правого борту р. Велика Вись, де представлені рожево-сірими дрібнозернистими породами з масивною текстурою. Макроскопічно вони відрізняються від попередніх гранітів дрібноблоковою будовою: в межах одного кар'єру можна спостерігати ділянки лейкократових гранітів з масивною текстурою, які перешаровуються з більш меланократовими смугастими відмінами із гнейсоподібною текстурою. Характерними для лейкократових відмін гранітів є рівномірнозерниста будова та високий ідіоморфізм польових шпатів. У гранітах спостерігаються ксеноліти меланократових біотитових гнейсів

потужністю від 10—20 см до перших метрів, а також жили двопольовошпатових пегматитів.

Структура гранітів порфіробластова, місцями гіпідіобластова, а структура основної маси — лепідогранобластова. Мінеральний склад гранітів, %: КПШ 35—45, плагіоклаз 25—30, кварц 20—25, біотит 8—10, гранат 0,5—1,0. Вторинні мінерали: мусковіт, серицит і хлорит. Серед акцесорних мінералів виявлені монацит, циркон, апатит. Рудний мінерал представлений гематитом.

КПШ утворює декілька генерацій: майже не ґратчасті порфіробласти мікрокліну (розміром 1,5—5,5 мм) з дуже дрібними (0,01—0,2 мм) короткостовпчастими і голкоподібними пертитами, а також нечисленними включеннями реліктів плагіоклазу, дрібних зерен кварцу і овальних виділень ґратчастого мікрокліну (розміром до 0,7 мм); округлими, часто не ґратчастими зернами в основній масі; міжбластовими безпертитовими виділеннями мікрокліну із суцільними шаховими ґратками, які під час росту поглинали більш ранні мінерали, утворюючи з ними пойкилопорфіробластові виділення; вrostками антипертитів заміщення в плагіоклазі.

Плагіоклаз утворює порфіробласти (розміром 2,0—5,5 мм), але в меншій кількості, ніж КПШ, а також ксеноморфні зерна (0,05—1,0 мм) в основній масі породи. Він наявний у мірмекітах і пертитових вrostках в мікрокліні. Порфіробластовий плагіоклаз представлений олігоклазом (№ 19—24), а ксеноморфні зерна основної маси основнішого складу (№ 25—30).

Кварц утворює зерна розміром 1—2,5 мм, а також округлі і лінзоподібні гломеропорфірові скупчення розміром до 6 мм за видовженням. Для ксеноморфних зерен кварцу характерне хвиле- або хмароподібне згасання. У плагіоклазі іноді трапляються мікровключення кварцу з нормальним згасанням.

Біотит у вигляді лусочок і листочків (розміром 0,1—1,0 мм) нерівномірно розподілений в основній масі породи. Дрібні лусочки біотиту іноді утворюють малі скупчення або обтікають тонкими облямівками порфіробласти польових шпатів. Для біотиту характерний плеохроїзм від світло- до темно-коричневого кольору. Іноді він заміщений мусковітом, серицитом і хлоритом.

Акцесорні мінерали (діаметром 0,3—0,4 мм) представлені апатитом, монацитом і цирконом і характеризуються округлими обрисами. Як правило, апатит і монацит приурочені до ділянок розвитку калішпату і біотиту.

Дорофіївські граніти найдетальніше вивчені у відслоненнях р. Кільчень поблизу с. Виноградне і подібні до *глодоських гранітів*. Візуально це світло-сіра гнейсоподібна біотит-двопольовошпатово порфіробластова порода, що містить ксеноліт (до 30 см) мігматизованого біотитового гнейсу та січні жили і прожилки сірого біотитвмісного апліту. Текстура породи гнейсоподібна, а структура порфіробластова. Основна маса більш нерівномірнoзерниста, ніж у липнязьких гранітах.

Середній мінеральний склад гранітів, %: КПШ 35—40, плагіоклаз 20—30, кварц 20—25, біотит 5—10, гранат 0,5—1,0; вторинні — мусковіт і серицит; акцесорні — монацит і циркон; рудні — поодинокі зерна.

КПШ представлений мікрокліном, який утворює ідіоморфні призматичні зерна (7—10 мм), менш ідіоморфні порфіробласти (2—6 мм) та ксеноморфні зерна в основній дрібнозернистій масі. Відзначаються також алотріоморфні зерна чітко ґратчастого мікрокліну в основній масі породи. Порфіробласти часто утворюють прості карлсбадські двійники, які ділянками ґратчасто здвійниковані і містять пертити (до 15 %). КПШ основної маси не має пертитів, але характеризуються суцільними шаховими ґратками. У найбільших виділеннях КПШ спостерігаються реліктові включення вмісної породи, складеної апатитом, біотитом, плагіоклазом і мікрокліном.

Плагіоклаз часто зональний: склад ядра відповідає олігоклазу № 26, а краєві зони — № 20. Іноді в ньому є включення біотиту, кварцу, апатиту і циркону. Місцями спостерігається сосюритизація.

Решта мінералів аналогічна описаним вище в липнязьких гранітах.

Вплив катаклазу на структурно-текстурні особливості гранітів. У результаті катаклазу і дроблення досліджувана порода перетворилась на порфірокластові з порфіроподібними вкрапленнями, представленими як новоутвореними бластами плагіоклазу,

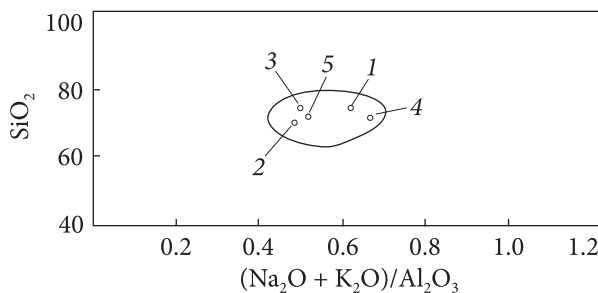


Рис. 2. Діаграма SiO_2 — $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ для березівських гранітів ШТРР: 1 — березівські, 2 — глосоські, 3 — дорофіївські, 4 — липнязькі, 5 — яршівські. Обведено поле рідкіснометалевих гранітів УЩ, за даними В.О. Сьомки [3]

Fig. 2. Diagram SiO_2 — $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ for the Berezhivske granites of the ShTR: 1 — Berezivske, 2 — Hlodosky, 3 — Dorofiivka, 4 — Lypniazka, 5 — Yaroshivka. Solid line ellipse area comprises the rare-metal granites of the Ukrainian Shield, according to V.O. Syomka [3]

мікрокліну і кварцу, так і реліктовими лейкократовими мінералами того ж складу (в основному плагіоклазами). Ця порода стала головною для утворення пізніших мінералів, представлених ідіоморфними вкрапленнями мікрокліну і блокоподібними зернами кварцу з нормальним згасанням на стадії прогресивного кремнієво-калієвого метасоматозу.

Спостерігаються два генетичні типи порфіробластів: відносно великі (7–10 мм, у штуфі до 3 см) ідіоморфні вкраплення мікрокліну (пізніші) і менші (2–6 мм) слабоідіоморфні, які залишились після дроблення більш ранніх (первинних) зерен плагіоклазу, мікрокліну та кварцу. У липнязьких гранітах великі таблитчасто-призматичні вкраплення мікрокліну є як в самих гранітах, так і у вмисних гнейсах, що вказує на одночасне їх утворення на постмагматичній стадії формування гранітного розплаву.

Про пізніше утворення порфіробластів мікрокліну та поодиноких великих зерен кварцу свідчить також епізодична наявність реліктових гранітних структур: великі зерна кварцу і мікрокліну містять первинну породу, що складається зі здвійникового плагіоклазу, мікрокліну, кварцу та біотиту. Найчіткіше це проявлено в липнязькому граніті.

У великих порфіробластах КПШ окрім включень кварцу і реліктового плагіоклазу часто наявні слабо ідіоморфні утворення

мікрокліну, подібні до такого в основній масі породи. В порфіробластах КПШ гратка і пертити значно дрібніші і досконаліші, що свідчить про пізніше їх утворення.

Класична зональність у плагіоклазах спостерігається рідко і слабо проявлена лише в дорофіївських гранітах. Проте у всіх різновидах гранітів для реліктових плагіоклазів характерна вторинна зональність. Вона спостерігається в багатьох зернах плагіоклазу в контакті з мікрокліном. Це може вказувати на метасоматичне утворення КПШ по плагіоклазу. Заміщення центральних зон реліктових плагіоклазів вторинними мінералами пояснюється тим, що кислі плагіоклази стійкіші до гідротермальних змін, ніж основні. Тому в зональних плагіоклазах процеси гістерогенних змін розпочинаються в більш основних (звично центральних) зонах і не зачіпають периферійні зонки кислого складу. Серицитизація реліктового плагіоклазу підкреслює його вторинну зональність.

Кварц в описуваних гранітах має як хвилясто-східчасте, так і нормальне згасання, але останнє характерне для великих ідіоморфних кристалів, що свідчить про його пізніше метасоматичне утворення. Тобто утворення великих порфіробластів мікрокліну та кварцу спричинене постмагматичним кремнієво-калієвим метасоматозом під час кристалізації гранітів за умов інтенсивних тектонічних дислокацій.

Петрогенетичні особливості гранітів. За результатами хімічного аналізу порід (табл. 1) березівські граніти, на відміну від інших ("безрудних"), мають високий ступінь кремнекислотності (SiO_2 71,70—74,24 %), алкаліності (0,53—0,71) і низький — окиснення заліза (0,16—0,59). Також вони збагачені фтором і бором, про що свідчить наявність у них акцесорного флюориту і турмаліну. Характерною рисою хімізму цих гранітів є переважання калію над натрієм; фігуративні точки хімічних аналізів відповідають полю рідкіснометалевих гранітів УЩ (рис. 2).

Такого типу рудоносні граніти описали в Агадирському рудному районі (Центральний Казахстан) С.С. Абрамов і С.Є. Борисовський [1], віднісши їх до відновного типу. Для цих гранітів характерні широко проявлені процеси мікроклінізації, біотитизації та оквар-

цювання в контакт з вмісними породами. За результатами спектрального аналізу (табл. 2) у гранітах березівського типу виявлений вище кларкового (для УЩ) вміст фосфору, цирконію, церію, лантану та літію, що пов'язано з підвищеним вмістом у них акцесорних мінералів — апатиту, циркону, монациту та літійвмісних слюд. Найвищий вміст літію (55 г/т) характерний для липнязьких та ярошівських гранітів, в екзоконтакті яких виявлені родовища літєвих пегматитів і прояви мінералізації ніобію-танталу і стануму.

За біотит-гранатовим геотермометром визначено такі температури утворення гранітів, °С: дорофіївські 625, березівські 640 і глодоські 640. Згідно з термобарометричними розрахунками І.Б. Щербаківа [6], ярошівські граніти почали кристалізуватись за $T\ 750\ ^\circ\text{C}$ і $P\ 700\ \text{МПа}$, завершилась кристалізація за $T\ 640\ ^\circ\text{C}$, $P\ 500\ \text{МПа}$. Тобто ярошівські граніти є первинно магматичними утвореннями, на які пізніше накладені процеси кремнієво-калієвого метасоматозу.

За даними ізотопно-геохімічних досліджень монациту, вік утворення гранітів березівського типу змінюється в межах 2026—2042 млн рр. (табл. 3). Граніти, з якими по-

в'язана рідкіснометалева мінералізація, мають вік 2026—2037 млн рр.

Виконані петрографічні дослідження різних типів гранітів (липнязькі, березівські, ярошівські, дорофіївські, глодоські) Шполяно-Ташлицького рудного району, що вміщують рідкіснометалеві пегматити, з урахуванням результатів польових спостережень дають змогу констатувати, що вони відрізняються один від одного за текстурно-структурними ознаками (масивні, порфіробластові, смугасті) і за розміром породотвірних мінералів (аплітоїдні та пегматоїдні різновиди). За мінералого-петрографічними ознаками ці граніти характеризуються переважанням калішпату над плагіоклазом, незначною кількістю біотиту (3—10 %) і гранату (0,5—1,0 %) та подібним складом акцесорних мінералів, що дає змогу віднести їх до комплексу апліто-пегматоїдних гранітів S-типу. Про анатектичну природу цих гранітів свідчать численні релікти в них метапелітів.

Породотвірні мінерали гранітів. Кварц в описуваних гранітах представлений чотирма різновидами: порфіробластами, дрібними зернами в основній масі, псевдографічними виділеннями в польових шпатах та хробако-

Таблиця 1. Хімічний склад порід Березівської групи гранітів ШТТР [6]

Table 1. Chemical composition of the Berezivske granite group of the Shpola-Tashlyk ore district (ShTOD) [6]

Оксид	1 (48)	2 (4)	3 (4)	4 (1)	5 (3)
SiO ₂	73,98	71,16	74,24	73,30	71,70
TiO ₂	0,17	0,34	0,21	0,51	0,32
Al ₂ O ₃	14,00	15,23	13,62	11,26	15,11
Fe ₂ O ₃	0,37	0,73	0,72	0,55	0,40
FeO	1,18	1,67	1,22	3,50	1,73
MnO	0,04	0,03	0,01	0,05	0,04
MgO	0,37	0,71	0,44	0,38	0,63
CaO	0,92	1,48	1,23	1,07	1,70
Na ₂ O	3,63	3,66	3,64	3,52	3,05
K ₂ O	5,25	4,67	4,00	4,50	4,99
P ₂ O ₅	0,10	0,11	0,07	—	0,08
H ₂ O ⁻	0,04	0,13	—	—	—
В. п. п.	0,37	0,44	0,54	0,87	0,27
Σ	100,42	100,36	99,94	99,51	100,02
Fe ₂ O ₃ /FeO	0,31	0,44	0,59	0,16	0,23
Na ₂ O + K ₂ O/Al ₂ O ₃	0,63	0,55	0,56	0,71	0,53

П р и м і т к а. Тут і в табл. 2 в дужках — кількість аналізів. Граніти: 1 — березівський; 2 — глодоський; 3 — дорофіївський; 4 — липнязький; 5 — ярошівський.

N o t e. In Tables 1 and 2 the number of samples is given in brackets. Granites: 1 — Berezivske; 2 — Hlodosy; 3 — Dorofiiivske; 4 — Lypniazhka; 5 — Yaroshivka.

Таблиця 2. Результати спектрального аналізу порід Березівської групи гранітів ШТРР

Table 2. Spectral analysis results for the granites of the Berezivske group of the ShTOD

Елемент	Кларк УЩ [2]	1 (1)	2 (1)	3 (1)	4 (2)	5 (4)
Mn	294	300	200	300	400	600
Ni	33	3	3	5	7,5	1,75
Co	13	2	3	5	3	1,25
Ti	1500	200	300	500	500	275
V	34	—	20	40	25	9,5
Cr	77	15	30	30	12,5	17
Mo	0,8	2	1	3	3,5	2
Zr	70	100	300	300	350	150
Nb	20	15	10	10	10	17,5
Cu	28	10	10	10	30	10
Pb	20	40	30	30	30	30
Zn	44	60	—	100	75	22,5
Sn	1,5	3	5	3	3,5	2,25
La	27	50	10	150	125	87,5
Y	15	20	20	20	35	21,25
P	490	1000	2000	3000	2000	1250
Yb	1,2	3	1	3	3,5	2,5
Li	16	30	30	50	55	55
Ba	420	600	500	500	1050	425
Ga	12	15	10	20	17,5	11,25
Be	2	1	—	1	2	1,25
Sc	8	5	1	5	10	5,75
Ce	50	100	100	200	350	150

Таблиця 3. Ізотопний вік апліто-пегматоїдних гранітів ШТРР по монофракціях монациту [4]

Table 3. Monazite isotope age of aplite-pegmatoid granites of the ShTOD [4]

Номер проби	Граніти	Ізотопні співвідношення			Вік, млн рр.
		$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{208}\text{Pb}$	
1/99	Глодоські	12 755	7,91744	0,37990	2034
1/99	"	14 300	7,91019	0,37363	2037
2/99	Липнязькі	1 809	7,53727	0,21660	2036
4/99	Дорофіївські	2 018	7,58560	0,26401	2034
5/99	"	692	6,91683	0,23864	2037
6/99	Карбівські	15 117	7,93718	0,30166	2032
7/99	"	34 200	7,99751	0,44791	2026
13/99	Ярошівські	3 470	7,73572	0,30137	2037
17/99	"	335	6,08406	0,41446	2028
18/99	Березівські	20 600	7,90824	0,55948	2042

подібними виділеннями в мірмекітах. Розподілений він у породах нерівномірно і часто має блокову будову. Окремі зерна кварцу розміром 1,0—2,6 мм можуть об'єднуватись у видовжені блоки та скупчення (порфірокласти) розміром 2,3—4,2 мм, а іноді до 6 мм

(в липнязьких гранітах). Блоки і скупчення в цілому мають мозаїчні згасання, форма їх ксеноморфна; згасання зерен кварцу буває як нормальним, так і хвилястим. В основній масі породи воно майже завжди хвилясте, а у псевдографічних вклученнях у мікрокліні —

нормальне, в мірмекітах — послідовно одночасне. Попри відносно великий розмір, зерна і агрегати кварцу розташовані переважно в міжзерновому просторі, а їхня форма залежить від морфології порфіробластів мікрокліну та плагіоклазу, що перебувають у контакті з ним. Наявність у зернах кварцу основної маси хвилястого згасання, за нормального у порфіробластах, свідчить про пізніше утворення останніх.

Іноді порфіробласти кварцу майже повністю оточують релікти первинних метапелітових порід, представлені кварц-біотит-польовошпатовим гнейсом. Межі зерен кварцу між собою зубчасті, а з іншими породотвірними мінералами — реакційні, хвилеподібні. Подеколи на контакті з плагіоклазом спостерігаються малопотужні симплектитові смужки кварцу і плагіоклазу. Псевдографічні виділення кварцу в мікрокліні округлі, ізометричні з нормальним згасанням. Включення кварцу в плагіоклазі практично відсутні: якщо і є, то в мірмекітах і всередині антипертитів заміщення. Часто в кварці наявні дрібні включення плагіоклазу, округлі і короткостовпчасті зернятка апатиту та лусочки біотиту. Інколи спостерігається мікроклін (до 0,6 мм), тоді в кварці виявляється сліпа тріщина, в кінці якої розташовується виділення мікрокліну, що, вірогідно, свідчить про накладені процеси кремнієво-калієвого метасоматозу.

Польові шпати. Плагіоклаз в описуваних гранітах представлений, як мінімум, трьома генетичними різновидами (окрім мірмекитів і пертитів у мікрокліні): а) порфіробласти (2—5,5 мм); б) зерна в основній масі (0,05—1,0 мм); в) релікти в калішпаті (0,05—0,15 мм), іноді до 0,4 мм в ярошівських гранітах і навіть до 0,8 мм в липнязьких.

Форма порфіробластів плагіоклазу частково ідіоморфна, таблитчаста і овальна, зерна в основній масі ксеноморфні, але іноді мають прямолінійно-полігональні обриси; релікти плагіоклазу в мікрокліні округлі, овальні, зрідка — таблитчасті.

Згасання плагіоклазів нормальне і тільки в дорофіївських гранітах слабко хвилясте. Двійникова структура в порфіробластах проявлена слабо, але це не означає відсутність двійників, тому що плагіоклази в гранітах

кислі, а в олігоклазі (№ 20) максимальний кут симетричного згасання $\sim 0^\circ$ і двійники не завжди видимі. Наявність двійників часто підтверджена "вибірковим заміщенням" однієї з систем полісинтетичних двійників пелітовим матеріалом.

Плагіоклази у досліджуваних гранітах представлені олігоклазом № 19—26. Цікаво, що плагіоклаз із ксеноліту біотитового гнейсу в ярошівському граніті відповідає альбіт-олігоклазу № 11—14. Цей факт підтверджує вірогідність формування плагіоклазу *in situ* під час метасоматичного утворення мікрокліну в результаті калієвого метасоматозу. У разі зростання кристалів КПШ за рахунок первинного плагіоклазу вивільнялись Ca, Al і Na. Водночас велика частина Na надходила на утворення криптопертитів, а Ca, Al і залишок Na — на утворення нового плагіоклазу, часто основнішого за реліктовий.

У плагіоклазах із дорофіївських гранітів іноді спостерігається слабко проявлена зональність: прості альбітові двійники, в яких склад ядра відповідає олігоклазу № 26, а склад периферійних ділянок — № 20. Слід зазначити, що в ксеноліті біотитового гнейсу із дорофіївського граніту також спостерігаються прості альбітові двійники в зональних плагіоклазах.

У порфіробластах плагіоклазу іноді наявна плямиста зональність — у центрі зерна є схожі на плями включення кислішого плагіоклазу, що спостерігається завдяки вибірковому заміщенню основнішого плагіоклазу пелітовим матеріалом. Іноді можна бачити, як ці включення сполучені із зовнішньою зоною вузькими каналами. У розширеннях каналів (до 0,17 мм) разом із кислим плагіоклазом розвивається мусковіт. Лусочки останнього розташовуються згідно зі стінками каналу і мають розмір до 0,3 мм уздовж довгої осі.

Характерною рисою описуваних гранітів є постійна наявність у порфіробластах мікрокліну реліктів плагіоклазу від дрібних (0,05—0,15 мм), у великій кількості в ярошівських гранітах — до великих (до 0,8 мм), але рідкісних у липнязьких. Як і в багатьох інших зернах плагіоклазу на контакті з мікрокліном, реліктові його включення в КПШ характеризуються вторинною зональністю, що чітко проявлена на фоні незміненого мікрокліну

завдяки великій кількості вторинних мінералів, що вкривають центральну частину включень. Зональність також проявляється у відсутності пелітового матеріалу в облямівці з кислішим плагіоклазом, а в облямівці іноді наявні альбітові полісинтетичні двійники, які під час переходу в центральну зону зникають. У порфіробластах плагіоклазів спостерігаються антипертити заміщення з мікрокліновими ґратками двійників. Розташовані вони директивно уздовж двійникових швів. Розмір їх 0,05—0,1 мм, зрідка до 0,3 мм, але іноді трапляються більш видовжені антипертити розміром 0,8×0,02 мм, тобто з подовженням 40:1, і теж із ґратками.

Відносно великі широкі антипертити (0,3×0,1 мм) майже без залишку заміщені біотитом. Антипертити розпаду не помічені.

Мірмекіти найчастіше проявлені в дорофіївському граніті. Порфіробласти мікрокліну в ньому майже завжди оточені мірмекітами розміру 0,3—0,8 мм; іноді зерна плагіоклазу з контрастним розвитком хробакоподібних вrostків кварцу досягають 1,2 мм. У інших досліджуваних гранітах мірмекитових утворень менше і представлені вони двома типами: а) класичними хвилеподібно-лапчастими утвореннями в мікрокліні з хробакоподібними вrostками кварцу, що згасають одночасно; б) виділеннями, що не проника-

Таблиця 4. Хімічний склад плагіоклазів Березівської групи гранітів ШТГР

Table 4. Chemical composition of the plagioclases of Berezivske granite group of the ShTOD

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	63,63	63,55	63,39	62,55	62,30	63,90	63,57	63,76	62,93
TiO ₂	—	—	0,10	0,12	0,01	—	0,02	—	0,06
Al ₂ O ₃	23,15	23,31	23,32	23,75	23,03	22,77	22,71	23,00	23,55
FeO	0,06	0,17	0,33	—	—	0,03	—	0,04	—
CaO	4,18	4,44	4,15	4,29	4,71	3,95	3,90	4,03	4,79
Na ₂ O	9,28	9,08	9,46	8,92	8,80	9,30	9,29	9,64	8,65
K ₂ O	0,08	0,12	0,09	0,21	0,08	0,13	0,15	0,11	0,21
BaO	—	0,02	—	—	—	0,01	0,03	—	0,02
SrO	0,09	—	—	0,03	0,06	0,04	0,08	0,09	0,08
P ₂ O ₅	0,08	0,01	0,03	0,04	0,01	0,11	0,11	0,13	0,07
Σ	100,55	100,70	100,87	98,91	99,00	100,24	99,86	100,80	100,36
<i>Кристалохімічні</i>									
Si	2,797	2,791	2,783	2,794	2,784	2,814	2,811	2,798	2,775
Al	1,199	1,207	1,207	1,198	1,213	1,182	1,184	1,190	1,224
Ca	0,197	0,209	0,195	0,205	0,226	0,187	0,185	0,190	0,226
Na	0,791	0,773	0,805	0,773	0,763	0,794	0,797	0,820	0,739
K	0,004	0,007	0,005	0,012	0,004	0,007	0,008	0,006	0,012
Sr	0,002	—	—	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002
Ba	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P	0,003	—	0,001	0,001	—	0,004	0,004	0,005	0,003
X(An)	0,20	0,211	0,194	0,207	0,227	0,189	0,187	0,19	0,23
X(Ab)	0,80	0,78	0,80	0,78	0,77	0,804	0,805	0,81	0,76
X(Kfs)	—	0,01	0,01	0,01	—	0,008	0,008	0,01	0,01

Примітка. Прочерк — не виявлено. Граніти: 1 — березівський рівномірнoзернистий, смт Смолине, 6—9 — липнязькі аплітоподібні, с. Липняжка, зр. 7/16 (№ 6, 7), зр. 8/16 (№ 8), с. Тернове, зр. T26/19 (№ 9); 10 — (№ 11, 12), с. Тернове, зр. T28/19 (№ 13, 14); 15, 16 — дорофіївські гнейсоподібні, с. Дорофіївка, зр. Dr8/19; *emition*), в Інституті наук про Землю Словацької АН, Банська Бистриця. Режим вимірювань: прискорювальна

Note. The dash means that element is not identified. Granites: 1 — Berezivske group, Smoline urban settlement, (No. 4, 5); 6—9 — Lypniazka aplite-like, Lypniazhka vil., sample 7/16 (No. 6, 7), sample 8/16 (No. 8), Ternove vil., pegmatoid-like, Lypniazhka vil., sample 15/16 (No. 11, 12), Ternove vil., sample T28/19 (No. 13, 14); 15, 16 — Dorofiivka carried out on JEOL JXA 8530F (field emission) at the Earth Science Institute of the Slovak Academy of Sciences, S. Kurylo, T. Mikuš.

ють у зерна мікрокліну і часто розташовані в периферійних частинах відносно великих зерен плагіоклазу, уламкоподібними і ізометричними (згасання не завжди одночасне) вrostками кварцу; що не завжди контактують із мікрокліном.

У дрібнозернистій основній масі, розташованій між порфіробластами плагіоклазу і мікрокліну, з боку мікрокліну спостерігаються нормальні мірмекіти, а з боку плагіоклазу — своєрідні, що не мають спільного контакту з калішпатом. Механізм утворення останніх неясний, в усякому разі це не продукт заміщення мікрокліну плагіоклазом, радше псевдографічні утворення. В норма-

льних мірмекітах плагіоклаз представлений альбітом.

У порфіробластах плагіоклазу наявні включення таких вторинних мінералів: серицит і мусковіт, іноді біотит, кварц і мікроклін (останній тільки у вигляді антипертитів заміщення). Включення біотиту в плагіоклазі іноді частково облямоване ґратчастим мікрокліном, що створює враження розвитку біотиту за антипертитом. На відміну від інших лейкократових мінералів, плагіоклаз найчастіше заміщений пелітовим матеріалом, особливо в зонах катаклазу гранітів.

За даними мікрозондового аналізу (табл. 4), олігоклаз є найпоширенішим польовим шпа-

	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	62,88	64,52	63,90	62,72	62,79	63,01	62,84	64,10	63,58
	0,06	0,02	—	0,01	—	—	—	—	—
	23,41	22,87	23,10	23,62	23,29	23,59	23,73	22,59	22,98
	—	—	—	—	—	—	0,05	0,01	0,01
	4,70	3,72	4,15	4,70	4,60	4,83	4,80	3,61	4,00
	8,91	9,58	9,20	8,84	9,11	8,63	8,82	9,68	9,48
	0,14	0,11	0,11	0,12	0,11	0,36	0,26	0,13	0,09
	—	—	0,03	—	0,01	—	0,01	—	—
	0,05	0,05	0,06	0,05	0,08	0,04	0,09	0,05	0,07
	0,02	0,11	0,06	0,10	0,06	0,01	0,08	0,11	0,09
	100,17	100,98	100,61	100,16	100,05	100,47	100,68	100,28	100,30
коефіцієнти									
	2,778	2,818	2,805	2,769	2,779	2,776	2,766	2,822	2,801
	1,219	1,177	1,195	1,229	1,215	1,225	1,231	1,172	1,194
	0,223	0,174	0,195	0,222	0,218	0,228	0,226	0,170	0,189
	0,763	0,811	0,783	0,757	0,781	0,737	0,753	0,826	0,810
	0,08	0,006	0,006	0,007	0,006	0,020	0,015	0,007	0,005
	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002
	—	—	0,001	—	—	—	—	—	—
	0,001	0,004	0,002	0,004	0,002	—	0,003	0,004	0,003
	0,22	0,18	0,20	0,23	0,22	0,231	0,228	0,170	0,188
	0,77	0,82	0,80	0,77	0,78	0,748	0,758	0,823	0,807
	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,020	0,015	0,007	0,005

зр. Brz 12/19; 2—5 — липнязькі гнейсоподібні, с. Липняжка, зр. 4/16 (№ 2, 3). с. Карбівка, зр. 4/99 (№ 4, 5); липнязькі аплітоподібні, с. Тернове, зр. T26/19 (№ 10); 11—14 — липнязькі пегматоїдні, с. Липняжка, зр. 15/16 17, 18 — ярошівські гнейсоподібні, с. Ярошівка, зр. 8/17. Аналізи виконано на приладі JEOL JXA 8530F (field напруга — 15 kV, сила струму — 20 nA, розмір зонда — 3 nm. Оператори С. Курило, Т. Мікуш.

sample Brz 12/19; 2—5 — Lypniazhka gneiss-like, Lypniazhka vil., sample 4/16 (No. 2, 3). Karbivka vil., sample 4/99 sample T26/19 (No. 9); 10 — Lypniazhka aplite-like, Ternove vil., sample T26/19 (No. 10); 11—14 — Lypniazhka gneiss-like, Dorofiivka vil., sample Dr8/19; 17, 18 — Yaroshivka gneiss-like, Yaroshivka vil., sample 8/17. Analyses were Banská Bystrica. Operational mode: acceleration voltage — 15 kV, probe current — 20 nA, probe size — 3 nm. Analysts:

том серед гнейсоподібних та апліто-пегматоїдних гранітів. Вміст анортитового компоненту в плагіоклазах із гранітів березівського типу змінюється в межах 17—23 % і суттєвих відмінностей складу плагіоклазу в гранітах гнейсоподібних і апліто-пегматоїдних не помічено.

Мікроклін у гранітах представлений трьома відмінами: а) досить ідіоморфним вкрапленням розміром 7—10 мм, а в штуфі до 3 см; б) слабо ідіоморфними порфіробластами середніх розмірів (2—6 мм); в) зернами в основній масі — 0,3—1,5 мм. Окрім цього, іноді трапляються алотріоморфні чітко ґратчасті міжбластові виділення мікрокліну, які містять мінерали основної маси, ніби цементуючи їх.

Великі вкраплення відносно рівномірно розподілені в породі, витягнуті по першій осі і орієнтовані у напрямі гнейсоподібності. Серед них розрізняються три типи: а) ортоклаз із недосконалими снопоподібними ґратками, що спостерігаються спорадично тільки у вузькій крайовій зоні кристалів без видимих пертитів; б) мікроклін із суцільними дрібними снопоподібно- і клітинно-шаховими ґратками; пертити дуже дрібні середньодосконалі, наявні спорадично, з вмістом до 15 %; в) мікроклін із аналогічними ґратками, але з суцільним розвитком досить досконалих, іноді одночасно в двох площинах, дуже довгих, але тонких спицеподібних пертитів; розподіл їх рівномірний, а вміст досягає 20 %.

Таблиця 5. Хімічний склад мікроклінів Березівської групи гранітів ШТРР

Table 5. Chemical composition of the microclines of Berezivske granite group of the ShTOD

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	64,22	64,34	64,08	64,58	63,96	64,19	64,37	64,49	64,11	63,97
TiO ₂	0,03	0,05	0,06	0,03	0,02	—	—	0,06	0,06	—
Al ₂ O ₃	18,87	18,71	18,98	18,79	18,63	18,47	18,78	18,78	18,87	18,88
CaO	0,02	—	0,02	—	0,02	0,02	0,02	0,05	0,04	—
Na ₂ O	0,34	0,24	0,42	0,25	0,12	0,39	0,47	0,57	0,53	0,32
K ₂ O	16,99	17,14	16,19	16,38	16,60	16,25	16,24	16,05	16,54	16,65
BaO	0,15	0,10	0,44	0,53	0,46	0,50	0,39	0,28	0,32	0,49
SrO	0,06	0,07	0,05	0,02	0,07	0,07	0,08	0,02	0,09	0,04
P ₂ O ₅	0,12	0,07	0,06	0,06	0,01	0,09	0,14	0,14	0,18	0,16
Σ	100,80	100,72	100,30	100,64	99,89	99,98	100,49	100,44	100,74	100,51
<i>Кристалохімічні</i>										
Si	2,963	2,971	2,965	2,978	2,977	2,980	2,971	2,973	2,959	2,961
Al	1,026	1,018	1,035	1,021	1,022	1,011	1,023	1,020	1,026	1,030
Ti	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	—	—	0,002	0,002	—
Ca	0,001	—	0,001	—	0,001	0,001	0,001	0,003	0,002	—
Na	0,031	0,022	0,038	0,022	0,011	0,035	0,042	0,051	0,047	0,028
K	1,000	1,010	0,955	0,963	0,986	0,962	0,957	0,944	0,974	0,983
Ba	0,003	0,002	0,008	0,010	0,008	0,009	0,007	0,005	0,006	0,009
Sr	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001
P	0,005	0,003	0,002	0,002	—	0,003	0,005	0,005	0,007	0,006
X(An)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
X(Ab)	0,03	0,02	0,04	0,02	0,01	0,03	0,04	0,05	0,05	0,03
X(Kfs)	0,97	0,98	0,96	0,98	0,99	0,96	0,96	0,95	0,95	0,97

Примітка. Прочерк — не виявлено. Граніти: 1, 2 — березівський рівномірнозернистий, смт Смолине, зр. Brz нязькі аплітоподібні, с. Липняжка, зр. 7/16 (№ 7, 8), зр. 8/16 (№ 9, 10); 11, 12 — липнязькі аплітоподібні, (№ 15, 16); 17, 18 — дорофіївські гнейсоподібні, с. Дорофіївка, зр. Dr8/19; 19, 20 — глосоські гнейсоподібні, Словацької АН, Банська Бистриця. Режим вимірювань: прискорювальна напруга — 15 kV, сила струму —

Note. The dash means that element is not identified. Granites: 1, 2 — Berezivske even-grained, Smoline urban sample 4/99 (No. 5, 6); 7—10 — Lypniashka aplite-like, Lypniashka vil., sample 7/16 (No. 7, 8), sample 8/16 (No. 9, 10); 15/16 (No. 13, 14), Ternove vil., sample T28/19 (No. 15, 16); 17, 18 — Dorofiivka gneiss-like, Dorofiivka vil., sample emission) at the Earth Science Institute of the Slovak Academy of Sciences, Banská Bystrica. Operational mode:

В обох типах мікроклінів від меж включень іноді розвиваються середньодосконалі полум'яноподібні звивисті пертити ірраціонального орієнтування. Спостерігаються також великі, дуже тонкі, що іноді гілкуються, ірраціонально орієнтовані надзвичайно недосконалі пертити. Походження останніх двох типів пертитів часто пов'язують не з розпадом, а з процесами збірної перекристалізації під впливом залишкових або накладених порових розчинів за наявності (для останніх) пружних напруг. Досить часто (особливо в ярошівських і дорофіївських гранітах) у великих і дрібних порфіробластах мікрокліну наявні прості карлсбадські двійники, ускладнені на периферії одного з індивідів недосконалими ґратками альбітових і пери-

клінових полісинтетичних двійників. Іноді обидва індивіди простого двійника ґратчасто здвійниковані (глодоські і дорофіївські граніти). Ґратка ділянкова, пертитів 15—20 %. Пертити, наявні в карлсбадських двійниках, часто пластинчасті (досконалі і середньодосконалі), звичайно слабозвивисті та ірраціональні недосконалі пертити (в липнязьких і дорофіївських гранітах).

Первинні порфіробласти мікрокліну (зокрема карлсбадські двійники) часто кородовані в результаті розвитку дрібнозернистих гранульованих ділянок основної маси породи. У великих вкрапленнях КППШ спостерігаються реліктові включення (2,3—3,6 мм) первинної породи, що найкраще представлені в липнязькому граніті. Склад реліктів такий:

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
64,32	64,10	65,02	65,12	64,16	63,91	64,47	64,55	64,10	64,06
0,02	—	—	0,02	—	—	0,05	—	0,02	0,06
18,88	18,71	18,61	18,98	18,66	18,71	19,10	18,89	18,89	18,99
0,04	0,02	0,05	0,08	0,01	0,03	—	0,03	0,02	0,01
0,49	0,44	0,39	0,55	0,42	0,58	0,37	1,05	0,54	0,49
16,27	16,55	16,37	16,12	16,49	16,41	16,86	15,51	16,45	16,58
0,21	0,25	0,18	0,09	0,20	0,20	0,43	0,33	0,10	0,15
0,04	0,05	0,01	0,08	0,07	0,07	0,10	0,07	0,07	0,02
0,06	0,06	—	0,02	0,04	0,04	0,03	0,06	0,13	0,12
100,33	100,18	100,63	101,06	100,05	99,95	101,41	100,49	100,32	100,48
коефіцієнти									
2,971	2,971	2,989	2,978	2,976	2,970	2,961	2,972	2,963	2,959
1,028	1,022	1,008	1,023	1,020	1,025	1,034	1,025	1,030	1,034
0,001	—	—	0,001	—	—	0,002	—	0,001	0,002
0,002	0,001	0,002	0,004	0,001	0,002	—	0,002	0,001	—
0,044	0,040	0,035	0,049	0,037	0,052	0,033	0,093	0,048	0,044
0,958	0,979	0,960	0,940	0,976	0,972	0,988	0,911	0,970	0,977
0,004	0,005	0,003	0,002	0,004	0,004	0,008	0,006	0,002	0,003
0,001	0,001	—	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	—
0,002	0,003	—	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,005	0,005
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	0,05	0,03	0,09	0,05	0,04
0,95	0,96	0,96	0,95	0,96	0,95	0,97	0,91	0,95	0,96

12/19; 3—6 — липнязькі гнейсоподібні, с. Липняжка, зр. 4/16 (№ 3, 4), с. Карбівка, зр. 4/99 (№ 5, 6); 7—10 — липс. Тернове, зр. Т26/19; 13—16 — липнязькі пегматоїдні, с. Липняжка, зр. 15/16 (№ 13, 14), с. Тернове, зр. Т28/19 с. Глодоси, зр. 14/16. Аналізи виконано на приладі JEOL JXA 8530F (field emission), в Інституті наук про Землю 20 nA, розмір зонда — 3 nm. Оператори С. Курило, Т. Мікуш.

settlement, sample Brz 12/19; 3—6 — Lypniazhka gneiss-like, Lypniazhka vil., sample 4/16 (No. 3, 4), Karbivka vil., 11, 12 — Lypniazhka aplite-like, Ternove vil., зр. Т26/19; 13—16 — Lypniazhka pegmatoid, Lypniazhka vil., sample Dr8/19; 19, 20 — Hlodosy gneiss-like, Hlodosy vil., sample 14/16. Analyses were carried out on JEOL JXA 8530F (field acceleration voltage — 15 kV, probe current — 20 nA, probe size — 3 nm. Analysts: S. Kurylo, T. Mikuš.

Таблиця 6. Хімічний склад біотитів Березівської групи гранітів ШТРР

Table 6. Chemical composition the biotites of the Berezivske granite group of the ShTOD

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SiO ₂	36,28	35,66	36,35	36,29	34,37	35,94	35,60	35,42	36,10	35,91	
TiO ₂	2,63	2,43	2,66	3,17	2,54	3,04	2,89	2,51	2,30	2,83	
Al ₂ O ₃	18,09	17,08	18,01	17,66	19,77	18,99	18,35	18,61	19,19	18,11	
FeO	24,34	26,99	21,86	21,68	18,70	21,41	22,06	22,08	21,39	20,21	
MnO	0,15	0,13	0,38	0,16	0,11	0,01	0,05	0,08	0,03	0,04	
MgO	6,16	5,82	8,03	7,76	6,55	7,03	6,71	6,98	7,64	8,89	
CaO	—	—	0,03	0,06	3,40	0,06	0,05	0,07	0,03	0,02	
Na ₂ O	0,04	0,04	0,08	0,04	0,20	0,05	—	0,04	0,03	0,05	
K ₂ O	9,76	9,42	9,70	9,67	9,84	9,68	10,06	10,07	10,20	9,84	
SrO	—	0,01	0,05	0,03	0,01	0,01	—	—	—	—	
BaO	0,90	0,89	0,12	1,05	0,14	0,11	0,14	0,15	0,16	0,19	
ZnO	0,12	—	0,08	—	0,02	0,07	—	—	—	—	
F	0,43	0,44	—	—	—	0,39	0,19	0,17	0,48	0,21	
Cl	0,03	0,04	0,07	0,08	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	
Cr ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	0,05	—	0,01	0,01	
NiO	0,08	0,07	0,02	—	—	—	—	—	—	—	
H ₂ O _{calc}	3,74	3,68	3,95	3,93	3,89	3,75	3,80	3,81	3,73	3,83	
O=F, Cl	0,19	0,19	0,02	0,02	0,01	0,17	0,09	0,08	0,21	0,10	
Σ	102,94	102,89	101,41	101,60	99,59	100,74	100,07	100,10	101,53	100,29	
Кристалохімічні											
Si	5,507	5,488	5,495	5,503	5,279	5,461	5,475	5,447	5,457	5,459	
Al _{IV}	2,493	2,512	2,505	2,497	2,721	2,539	2,525	2,553	2,543	2,541	
Al _{VI}	0,744	0,585	0,703	0,658	0,858	0,862	0,800	0,821	0,876	0,705	
Ti	0,300	0,281	0,303	0,361	0,293	0,347	0,334	0,290	0,261	0,323	
Cr	—	—	—	—	—	—	0,006	—	0,001	0,001	
Fe	3,090	3,473	2,763	2,749	2,402	2,720	2,837	2,840	2,705	2,570	
Mn	0,019	0,017	0,049	0,021	0,014	0,002	0,006	0,010	0,004	0,006	
Mg	1,393	1,334	1,808	1,753	1,499	1,592	1,537	1,600	1,722	2,014	
Ca	—	—	0,004	0,009	0,560	0,009	0,008	0,012	0,005	0,003	
Na	0,011	0,011	0,023	0,012	0,059	0,014	—	0,013	0,008	0,014	
K	1,891	1,849	1,869	1,870	1,927	1,875	1,973	1,975	1,968	1,908	
Sr	—	—	0,005	0,003	0,001	0,001	—	—	—	—	
Ba	0,053	0,053	0,007	0,062	0,008	0,006	0,008	0,009	0,009	0,011	
OH	3,787	3,776	3,982	3,979	3,990	3,804	3,900	3,911	3,762	3,887	
F	0,206	0,214	—	—	—	0,188	0,092	0,082	0,230	0,099	
Cl	0,007	0,010	0,018	0,021	0,010	0,008	0,008	0,007	0,008	0,014	
Al _{total}	3,24	3,10	3,21	3,16	3,58	3,40	3,33	3,37	3,42	3,25	
Fe/Fe + Mg	0,69	0,72	0,60	0,61	0,62	0,63	0,65	0,64	0,61	0,56	

Примітка. Прочерк — не виявлено. Граніти: 1—4 — липнязькі гнейсоподібні, с. Липняжка, зр. 4/16 (№ 1, 2), с. Тернове, зр. T26/19 (№ 10, 11); 12—15 — липнязькі пегматоїдні, с. Липняжка, зр. 5/16 (№ 12, 13), с. Тернове, с. Глудоси, зр. 14/19; 20, 21 — дорофіївські гнейсоподібні, с. Дорофіївка, зр. Dr 8/19. Аналізи виконано на при-
рювань: прискорювальна напруга — 15 kV, сила струму — 20 nA, розмір зонда — 3 nm. Оператори С. Курило,
N o t e. The dash means that element is not identified. Granites: 1—5 — Lypniazhka gneiss-like, Lypniazhka vil., sample
(No. 5, 6), sample 8/16 (No. 7, 9), Ternove vil., sample T26/19 (No. 10, 11); 12—15 — Lypniazhka pegmatoid,
Hlodosy vil., sample 15/19; 18, 19 — Hlodosy gneiss-like, Hlodosy vil., sample 14/19; 20, 21 — Dorofiiivka gneiss-like,
Institute of the Slovak Academy of Sciences, Banská Bystrica. Operational mode: acceleration voltage — 15 kV, probe

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
35,88	35,33	35,69	35,83	36,00	35,34	36,06	36,05	35,93	36,44	36,50
2,77	2,81	2,01	2,70	2,61	2,75	2,87	2,28	2,34	3,29	3,20
18,59	17,85	18,24	19,37	19,69	18,29	19,65	19,54	20,60	18,14	17,80
18,86	26,12	24,76	19,46	18,97	23,05	20,91	19,58	18,67	19,59	20,33
0,05	0,03	0,01	0,15	0,11	0,10	0,02	0,02	0,03	0,18	0,16
9,15	5,14	5,49	7,96	8,21	8,08	6,82	10,26	9,08	8,00	7,94
0,03	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,07	0,11	—	0,01
0,07	0,03	0,03	0,06	0,07	0,05	0,10	0,17	0,08	0,06	0,02
9,92	9,63	9,51	10,33	10,19	9,03	10,07	8,92	9,21	10,18	10,17
—	—	0,01	—	—	—	0,03	0,03	—	—	—
0,14	0,07	0,78	0,16	1,11	0,12	0,12	0,10	0,26	1,44	0,23
—	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,13	—	—	0,18	—	0,26	0,20	0,34	0,38	0,52	0,49
0,06	0,05	0,05	0,06	0,08	0,04	0,04	0,01	0,03	0,04	0,03
0,07	0,07	—	0,01	—	0,02	0,06	0,03	—	0,01	0,12
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,87	3,87	3,86	3,85	3,96	3,77	3,86	3,78	3,74	3,71	3,71
0,07	0,01	0,01	0,09	0,02	0,12	0,09	0,15	0,17	0,23	0,21
99,66	101,10	100,46	100,23	101,05	101,05	100,92	101,33	100,63	101,83	100,92

коефіцієнти

5,451	5,461	5,530	5,437	5,426	5,438	5,452	5,478	5,484	5,511	5,538
2,549	2,539	2,470	2,563	2,574	2,562	2,548	2,522	2,516	2,489	2,462
0,780	0,713	0,862	0,903	0,924	0,756	0,953	0,978	1,191	0,745	0,721
0,316	0,327	0,235	0,308	0,296	0,203	0,327	0,032	0,039	0,374	0,365
0,008	0,009	—	0,001	—	0,003	0,007	0,004	—	0,001	0,015
2,396	3,376	3,208	2,470	2,392	2,966	2,643	2,489	2,383	2,477	2,580
0,006	0,004	0,001	0,019	0,014	0,013	0,002	0,002	0,004	0,023	0,021
2,073	1,184	1,269	1,801	1,844	1,853	1,537	2,325	2,065	1,802	1,795
0,005	0,001	0,001	0,003	0,004	0,004	0,003	0,011	0,017	—	0,002
0,020	0,009	0,008	0,016	0,021	0,015	0,028	0,050	0,022	0,017	0,004
1,922	1,898	1,880	1,999	1,958	1,772	1,943	1,728	1,794	1,963	1,969
—	—	0,001	—	—	—	0,002	0,003	—	—	—
0,008	0,004	0,047	0,009	0,066	0,007	0,007	0,006	0,016	0,085	0,014
3,925	3,987	3,987	3,897	3,980	3,866	3,895	3,834	3,810	3,740	3,758
0,061	—	—	0,087	—	0,125	0,095	0,162	0,182	0,250	0,233
0,014	0,013	0,013	0,016	0,020	0,009	0,010	0,003	0,008	0,011	0,009
3,33	3,25	3,33	3,47	3,50	3,32	3,50	3,50	3,71	3,23	3,18
0,54	0,74	0,72	0,58	0,56	0,62	0,63	0,52	0,54	0,58	0,59

с. Карбівка, зр. 4/99 (№ 3, 4); 5—11 — липнязькі аплітоподібні, с. Липняжка, зр. 7/16 (№ 5, 6), зр. 8/16 (№ 7, 9), зр. T28/19 (№ 14, 15); 16, 17 — глосоські пегматоїдні, с. Глососи, зр. 15/19; 18, 19 — глосоські гнейсоподібні, ладі JEOL JXA 8530F (field emission), в Інституті наук про Землю Словацької АН, Банська Бистриця. Режим вимі-
Т. Мікуш.

4/16 (No. 1, 2), Karbivka vil., sample 4/99 (No. 3, 4); 5—11 — Lypniahzka aplite-like, Lypniahzka vil., sample 7/16 Lypniahzka vil., sample 5/16 (No. 12, 13), Ternove vil., sample T28/19 (No. 14, 15); 16, 17 — Hlodossy pegmatoid, Dorofivka vil., sample Dr 8/19. Analyses were carried out on JEOL JXA 8530F (field emission) at the Earth Science current — 20 nA, probe size — 3 nm. Analysts: S. Kurylo, T. Mikuš.

здвійникований плагіоклаз, мікроклін, кварц, біотит і апатит. Плагіоклаз у них спостерігається у вигляді як порфіробластів, так і зерен основної маси. Поза всяким сумнівом, ці включення є недозаміщеними реліктами первинної породи. Дрібніші порфіробласти мікрокліну відрізняються від великих наявністю криптопертитів, що свідчить про їх високотемпературне утворення. В порфіробластах ґратка клітково-шахова ділянкового розвитку (на фоні неґратчастого мікрокліну), середньодосконала, а індивіди середніх розмірів. Розвиток пертитів суцільний (15 %) і ділянковий за розміром вrostків (від дуже дрібних до великих) та їхнім орієнтуванням, хоча часто ділянки розвитку пертитів різного орієнтування перекриваються. Спостерігаються також ірраціонально орієнтовані звивисті, іноді голкоподібні поширені рівномірно недосконалі вrostки, часто вкриті пелітовим матеріалом. Зрідка трапляються великі пертити заміщення.

У порфіробластах звичні неорієнтовані включення (і дрібні агрегати) листочків біотиту, округлих зерен кварцу, таблитчастих зональних сильно серицитизованих зерен здвійникового плагіоклазу та ідіоморфних утворень КППШ, аналогічні таким в основній масі породи. Склад плагіоклазових включень такий самий, як і в основній масі породи. Описані особливості і набір мінералів включень пояснюється утворенням таких КППШ у твердому стані після кристалізації мінералів основної маси породи.

У основній масі породи мікроклін представлений округло-овальними, ізометричними, а іноді полігональними зернами. Лише в березівських гранітах у дрібнозернистій масі спостерігаються частково ідіоморфні зерна мікрокліну із суцільною середньодосконалою шаховою ґраткою та рідкісними тонкими голкоподібними пертитами. В липнязьких гранітах зерна мікрокліну в основній масі переважно безпертитові, хоча іноді вміст пертитів у них досягає 2—3 %. В ярошівських гранітах зерна мікрокліну часто не ґратчасті, зі скупченнями дуже дрібних однонаправлених голкоподібних пертитів, а під кутом до них іноді розвинуті рідкісні тонкопластинчасті пертити (розміром 0,05—0,1 мм уздовж довгої осі).

Між порфіробластами плагіоклазу, мікрокліну і кварцу по основній масі (тектонічно ослаблені зонки) розвиваються відносно великі виділення мікрокліну з суцільними шаховими ґратками, які не розсовують інші мінерали, а поглинають їх із утворенням ксеноморфних видовжених пойкилопорфіробласт. Останні включають не тільки окремі мінерали, але і недозаміщені ділянки породи. Виростання цих пойкилопорфіровидних виділень було екрановано обмеженнями більш ранніх порфіробластів. Міжбластові виділення КППШ завжди ґратчасті, але практично позбавлені пертитових вrostків.

Антипертитові вrostки мікрокліну в плагіоклазі представлені тільки антипертитами заміщення і трапляються рідко.

На контактах порфіробластів мікрокліну спостерігаються дрібні виділення плагіоклазу, мікрокліну і кварцу, які, вірогідно, були раніше включеннями в порфіробластах, а потім у результаті самоочищення перемістились на їх периферію.

Мікроклін, як один із останніх за часом утворення мінералів, практично не заміщений іншими мінералами (окрім пертитів заміщення), але сам має реакційні контакти з усіма породотвірними мінералами.

За даними мікрозондового аналізу (табл. 5), вміст елементів-домішок у всіх мікроклінах дуже низький. Спостерігається поступове зростання вмісту фосфору зі збільшенням вмісту кальцію, що пов'язано з мікровключеннями апатиту в мікрокліні. Мікроклін із різних типів гранітів дещо різний за вмістом інших елементів-домішок. Найвищий вміст ВаО в мікроклінах характерний для липнязьких (0,44—0,53 %) та дорофіївських гнейсоподібних гранітів (0,33—0,43 %). За вмістом стронцію і фосфору мікрокліни із різних типів гранітів суттєво не розрізняються, хоча в мікроклінах із липнязьких аплітоподібних і глодоських гнейсоподібних вміст P_2O_5 дещо вищий (в середньому 0,12 %).

Біотит розподілений у гранітах нерівномірно і спостерігається у вигляді скупчень лише в основній масі породи. Разом з іншими мінералами він повністю або частково оточує порфіробласти лейкократових мінералів і спільно з гранатом утворює порфіроподібні скупчення в глодоських і липнязьких

гранітах. Форми виділення — лейсти і лусочки різних розмірів (0,1—1,2 мм за довжиною). У паралельних ніколях має коричневий колір із плеохроїзмом від яскраво-жовтого до темно-коричневого і навіть чорного (в березівських гранітах); іноді можна помітити червонуватий відтінок у біотитах із липнязьких гранітів. Зрідка спостерігається зеленуватий відтінок як результат плямистого заміщення біотиту хлоритом з поступовими переходами між ними. Слабо проявлена зональність — забарвлення темніше на периферії лусочок та лейст біотиту. Часто навколо мікровключень циркону і монациту в біотиті спостерігаються плеохроїчні облямівки. Згасання в біотиті нормальне, іноді злегка хвилясте (в зігнутих лусочках).

Біотит також розвивається по тріщинах в породі, іноді можна спостерігати як стінки тріщин екранують виросання біотиту, тобто спайність у ньому розташовується уперек тріщин. Біотит містить мікровключення усіх породотвірних і акцесорних мінералів. Контакти біотиту з іншими породотвірними мінералами реакційні, про що свідчить реакційна облямівка навколо лусочок біотиту. В зонках тріщинуватості породи біотит заміщується мусковітом і зеленим хлоритом. Починається заміщення по тріщинах спайності і закінчується утворенням псевдоморфоз хлориту по біотиту. В ізотропних розрізах біотиту часто спостерігаються тонкі голочки рутилу (сагеніт).

Як видно з наведених результатів хімічного аналізу (табл. 6), біотит у гранітах представлений анітом (f — 0,52—0,74 %), причому найбільш залізисті його відміни (f — 0,64 %, середнє із 15 аналізів) відмічено в липнязь-

ких гранітах, з якими пов'язані родовища літєвих пегматитів. За вмістом фтору (0,16 %, середнє із 15 аналізів) біотити липнязьких гранітів також найзбагаченіші цим компонентом, порівняно із глососькими та дорифіївськими гранітами. За даними [5], вміст Al_{IV} в біотитах прямо пропорційно залежить від температури їх утворення. Так, середній вміст Al_{IV} в біотитах із липнязьких аплітоїдних гранітів дорівнює 2,567 ф. о., пегматоїдних — 2,536, а гнейсоподібних — 2,502 ф. о. Така сама тенденція спостерігається для глосоських і дорифіївських гранітів. Це зумовлено тим, що апліто-пегматоїдні граніти кристалізувались із магматичного розплаву за вищих значень температури ніж гнейсоподібні, що утворились під час мігматизації метапелітового субстрату. На генетичній діаграмі І.С. Усенка та ін. [5] фігуративні точки біотитів березівської групи потрапляють в поле високої амфіболітової фації метаморфізму та метапелітового субстрату.

Гранат у гранітах є у незначній кількості (0,5—1,0 %) в асоціації з біотитом. Для нього характерне світло-рожеве забарвлення і ксеноморфні зерна (0,1—7 мм), що утворюють відносно великі (1—5 см) порфіробласти в породі. У гранаті спостережені вклучення біотиту, кварцу та іноді акцесорних мінералів, представлених монацитом, цирконом і апатитом.

Хімічний склад гранатів (табл. 7) дослідив С.І. Курило в березівському, глосоському, липнязькому і ярошівському (с. Надлак) гранітах. Гранати в гранітах представлені альмандином (79,5—85,5 %), до того ж у липнязьких гранітах гранат найбільш збагачений гросуляровим (5,7 %) та спесартиновим

Таблиця 7. Хімічний склад гранатів Березівської групи гранітів ШТРП

Table 7. Chemical composition of the garnets of the Berezivske granite group of the ShTOD

Зразок	Місце відбору	Граніт	Формула
Brz-12/19	сmt Смолине	Рівномірнoзернистий	$Alm\ 85,5\ Py\ 10,7\ Grs\ 2,5\ Sps\ 1,0\ Adr\ 0,3$
14/19	с. Глососи	Гнейсоподібний	$Alm\ 85,0\ Py\ 10,6\ Grs\ 2,0\ Sps\ 2,3\ Adr\ 0,0$
15/19	с. Глососи	Пегматоїдний	$Alm\ 83,7\ Py\ 9,9\ Grs\ 2,1\ Sps\ 4,3\ Adr\ 0,0$
Lp 17/19	с. Липняжка	Гнейсоподібний	$Alm\ 83,8\ Py\ 5,4\ Grs\ 5,7\ Sps\ 4,9\ Adr\ 0,1\ Uvr\ 0,2$
N 2/19	с. Надлак	"	$Alm\ 79,5\ Py\ 13,5\ Grs\ 3,7\ Sps\ 3,0\ Adr\ 0,2$

П р и м і т к а. *Adr* — андрадит, *Alm* — альмандин, *Grs* — гросуляр, *Py* — піроп, *Sps* — спесартин, *Uvr* — уваровіт.

N o t e. *Adr* — andradite, *Alm* — almandine, *Grs* — grossular, *Py* — pyrope, *Sps* — spessartine, *Uvr* — uvarovite.

(4,9 %) компонентами. Найвищий вміст піропового компоненту (13,5 %) характерний для гранату з ярошівських гранітів с. Надлак.

Висновки. Виконані мінералого-петрографічні дослідження різних типів гранітів (липнязькі, березівські, ярошівські, дорофіївські, глодоські) ШТРР дають змогу віднести їх до рідкіснометалевого генетичного типу. Про це свідчать такі дані:

1. Високий ступінь кремнекислотності (SiO_2 — 71,70—74,24 %), агпаїтності (0,53—0,71) та низький ступінь окиснення заліза (0,16—0,59) в гранітах. Окрім того, вони збагачені фтором і бором, про що свідчить наявність у них акцесорного флюориту і турмаліну. Характерною рисою хімізму цих гранітів є переважання калію над натрієм.

2. У гранітах березівського типу виявлено вище кларкового (для УЩ) вміст фосфору, цирконію, церію, лантану та літію, що пов'язано з підвищеним вмістом у них акцесорних мінералів — апатиту, циркону, монациту та літійвмісних слюд. Найвищий вміст літію (55 г/т) характерний для липнязьких та ярошівських гранітів, в екзоконтакті яких виявлені родовища літєвих пегматитів та прояви мінералізації ніобію-танталу і стануму.

3. За текстурно-структурними ознаками виділяються масивні, порфіробластові, гнейсоподібні та апліто-пегматоїдні різновиди, між якими існують поступові переходи, що свідчить про їхню генетичну спорідненість.

За вмістом Al_{IV} в біотитах апліто-пегматоїдні граніти є більш високотемпературними за гнейсоподібні відміни. Це зумовлено тим, що апліто-пегматоїдні граніти кристалізувались із магматичного розплаву за вищої температури, ніж гнейсоподібні, що утворились під час мігматизації метапелітового субстрату за нижчої температури.

4. З'ясовано, що липнязькі граніти, з якими пов'язані родовища літєвих пегматитів, порівняно з іншими типами березівських гранітів, мають такі мінералогічні ознаки: а) найвищий вміст ВаО (0,44—0,53 %) в мікроклінах; б) найбільш залізистий біотит (f — 0,64 %) та найвищий вміст фтору (0,16 %) в ньому.

5. Виконано ізотопно-геохімічні дослідження монациту і визначено, що вік утворення цих гранітів змінюється в межах 2026—2042 млн рр. Граніти, з якими пов'язана рідкіснометалева мінералізація, мають вік 2026—2037 млн рр., на відміну від безрудних (сmt Смолине), для яких вік утворення становить 2042 млн рр.

6. За біотит-гранатовим геотермометром визначено таку температуру утворення гранітів, °С: дорофіївські — 625, березівські — 640, глодоські — 640 і ярошівські 640—750; P — 500—700 МПа.

З урахуванням результатів польових спостережень і наведених вище фактів, граніти березівського типу вважаємо належними до комплексу рідкіснометалевих гранітів S-типу.

ЛІТЕРАТУРА

- Абрамов С.С., Борисовський С.Е. Окисленный и восстановленный типы гранитоидов Агадырского рудного поля, Центральный Казахстан. *Петрология*. 1996. 4, № 1. С. 78—104.
- Геология и металлогения докембрия Украинского щита. Комплект карт (геологическая, геологических формаций, метаморфических фаций, разломно-блоковой тектоники, геохимическая и металлогеническая). 1 : 1 000 000. Объясн. записки: в 2 кн. Кн. 2. Гл. ред. П.Н. Сторчак. Киев, 1984. 97 с.
- Сьомка В.О. Генетичні типи молібдено- і вольфрамоносних метасоматитів Українського щита. Київ: Наук. думка, 2019. 256 с.
- Сьомка В.О., Пономаренко О.М., Степанюк Л.М., Бондаренко С.М., Сукач В.В., Курило С.І., Донський М.О. Літєві руди Станкуватського і Полохівського рудних полів (Український щит). *Мінерал. журн.* 2022. 44, № 4. С. 102—124. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.44.04.102>
- Усенко И.С., Щербаков И.Б., Заяц А.П. Биотиты докембрия. Киев: Наук. думка, 1972. 208 с.
- Щербаков И.Б. Петрология Украинского щита. Львов: ЗУКЦ, 2005. 366 с.
- Chappell B.W., White A.J.R. Two contrasting granite types. *Pacific Geology*. 1974. 8. P. 173—174.

Надійшла 03.08.2023

REFERENCES

- Abramov, S.S. and Borisovskiy, S.E. (1996), *Petrologia*, Vol. 4, No. 1, pp. 78-104 [in Russian].
- Volodin, D.F., Holubev, V.A., Dranik, A.S. et al. (1984), *Geologiya i metallogeniya dokembriya Ukrainskoho schita*, Komplekt kart, 1 : 1 000 000, Obiasnitelnye zapiski, Kyiv, Vol. 2, 97 p. [in Russian].

3. Syomka, V.O. (2019), *Henetychni typy molibdeno- i volframonosnyh metasomatytyv Ukrainiskoho schyta*, Nauk. dumka, Kyiv, 256 p. [in Ukrainian].
4. Syomka, V.O., Ponomarenko, O.M., Stepanyuk, L.M., Bondarenko, S.M., Sukach, V.V., Kurylo, S.I. and Donskyi, M.O. (2022), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 44, No. 4, pp. 102-124 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.44.04.102>
5. Usenko, I.S., Scherbakov, I.B. and Zaiats, A.P. (1972), *Biotity dokembrii*, Nauk. dumka, Kyiv, 208 p. [in Russian].
6. Scherbakov, I.B. (2005), *Petrologiia Ukrainiskoho schita*, ZUKTs, Lviv, 366 p. [in Russian].
7. Chappell, B.W. and White, A.J.R. (1974), *Pacific Geology*, Vol. 8, pp. 173-174.

Received 03.08.2023

V.O. Syomka¹, DrSc (Geology), Senior Research Fellow, Chief Research Fellow

E-mail: syomka1949@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5202-4045>

L.M. Stepanyuk¹, DrSc (Geology), Correspond. member of NAS of Ukraine, Prof., Deputy Director

E-mail: stepaniuk@nas.gov.ua; <https://orcid.org/0000-0001-5591-5169>

O.M. Ponomarenko¹, DrSc (Geology), Academician of NAS of Ukraine, Director

E-mail: pan.igmof@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5179-6091>

S.M. Bondarenko, PhD (Geology), Senior Research Fellow, Senior Researcher

E-mail: sbond.igmr@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7948-3583>

V.V. Sukach¹, DrSc (Geology), Senior Research Fellow, Head of Department

E-mail: svital@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-4710-7230>

S.I. Kurylo², PhD (Geology), Research Fellow

E-mail: kurylo.sergiy@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4466-6851>

M.O. Donskyi¹, PhD (Geology), Senior Researcher

E-mail: nikkolai.donskoy@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3037-6346>

¹ M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine

34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142

² Earth Science Institute of the Slovak Academy of Sciences

1, Ďumbierska, Banská Bystrica, Slovak Republic, 974 01

MINERALOGICAL AND PETROGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF GRANITES OF THE SHPOLA-TASHLYK ORE DISTRICT (THE UKRAINIAN SHIELD)

Mineralogical and petrographical research of different types of granites of the Kirovohrad complex, such as of Lypniashka, Berezivske, Yaroshivka, Dorofiivka, Hlodosy, in the Shpola-Tashlyk ore district of the Ukrainian Shield, has been conducted. It allows to identify them as rare-metal genetic type. The evidence comes from: High silica ($\text{SiO}_2 = 71.70\text{-}74.24\%$), agpaitic index (0.53-0.71) and low iron oxidation (0.16-0.59) in granites. Furthermore, they are enriched with fluorine and boron based on occurrence of accessory fluorite and tourmaline. Characteristic chemical feature of the granites is a prevalence of potassium over sodium.

1. The contents of phosphorus, zirconium, cerium, lanthanum, and lithium in Berezivske granites exceed average contents for such elements of the Ukrainian Shield, due to accessory mineralization — apatite, monazite, and lithium-bearing mica. The most high lithium grades (55 ppm) are specific for Lypniashka and Yaroshivka granites where at their exocontact zone the lithium deposits and occurrences of niobium, tantalum, and stannum were discovered.

2. Based on structure and texture features, massive, porphyroblastic, gneiss-like, and aplite-pegmatoid types with gradual transitions were distinguished; it is an evidence of their genetic relation.

3. It was defined that Lypniashka granites related to the lithium pegmatite deposit have mineralogical features comparing to other types of granites, such as: a) highest BaO (0.44-0.53%) content in microclines; b) most ferrous biotite ($f = 0.64\%$) with the highest content of fluorine (0.16%).

4. Isotopic and geochemical research of monazite was conducted. The granites age ranges from 2026 to 2042 Ma. The granites related to rare-metal mineralization yielded ages from 2026 to 2037 Ma comparing to the oreless granites (Smoline urban-type settlement) with age 2042 Ma.

5. On biotite-garnet geothermometer study the granites' formation temperatures were defined, such as: Dorofiivka granite — 625 °C, Berezivske granite — 640 °C, Hlodosy granite — 640 °C and Yaroshivka granite 640-750 °C; $P = 500\text{-}700$ MPa).

6. Considering field observations and facts mentioned above the Berezivske granites belong to rare-metal granite complex of S-type.

Keywords: rare-metal granite, Lypniashka granite, Berezivske granite, Yaroshivka granite, Dorofiivka granite, Hlodosy granite, quartz, plagioclase, microcline, biotite, garnet.