

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.02.032>  
УДК 551.22+552.3+549

**О.В. Митрохин**, д-р геол. наук, проф.  
Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка Навчально-науковий інститут "Інститут геології"  
03022, Київ, Україна, вул. Васильківська, 90  
E-mail: mitrokhin.a.v@ukr.net  
<https://orcid.org/0000-0001-6269-0092>

**В.Г. Бахмутов**, д-р геол. наук, проф., зав. від.  
Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України  
03142, Київ, Україна, пр-т Акад. Палладіна, 32  
Національний антарктичний науковий центр України  
01016, Київ, Україна, бул. Тараса Шевченка, 16  
E-mail: bakhmutovvg@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-3804-9953>

**О.Л. Марущенко**, магістр.  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
Навчально-науковий інститут "Інститут геології"  
03022, Київ, Україна, вул. Васильківська, 90  
E-mail: lesymarush@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-7423-3849>

**О.В. Андреев**, канд. геол.-мін. наук, старш. наук. співроб.  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
Навчально-науковий інститут "Інститут геології"  
03022, Київ, Україна, вул. Васильківська, 90  
E-mail: andreev@univ.kiev.ua  
<https://orcid.org/0000-0003-0954-7777>

**О.А. Хлонь**, пров. інженер.  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
Навчально-науковий інститут "Інститут геології"  
03022, Київ, Україна, вул. Васильківська, 90  
E-mail: khlon@univ.kiev.ua  
<https://orcid.org/0000-0001-6750-0489>

## **ПЕТРОГРАФІЯ, МІНЕРАЛОГІЯ ТА ПОТЕНЦІЙНА РУДОНОСНІСТЬ ГРАНІТОЇДІВ БАРЧАНС-ФОРДЖ (АРГЕНТИНСЬКІ ОСТРОВИ, ЗАХІДНА АНТАРКТИКА)**

---

*Гранітоїди палеогенового віку, які відслонюються на островах Барчанс і Фордж, є наймолодшим проявом гранітоїдного магматизму району української антарктичної станції "Академік Вернадський". Під час сезонних досліджень 22-ї та 24-ї українських антарктичних експедицій були отримані нові дані про геологію та петрографічне різноманіття гранітоїдів Барчанс-Фордж. Для подальшого дослідження відібраних зразків автори застосовували методи оптичної та електронної мікроскопії, електронно-мікрозондовий та рентген-флуоресцентний методи аналізу. Метою досліджень було уточнення умов залягання гранітоїдів Барчанс-Фордж, з'ясування їх мінералого-петрографічних особливостей.*

---

Цитування: Митрохин О.В., Бахмутов В.Г., Марущенко О.Л., Андреев О.В., Хлонь О.А. Петрографія, мінералогія та потенційна рудоносність гранітоїдів Барчанс-Фордж (Аргентинські острови, Західна Антарктика). *Мінерал. журн.* 2020. 42, № 2. С. 32—45. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.02.032>

стей і потенційної рудоносності. Отримані результати засвідчили, що на островах Барчанс і Фордж імовірно відслонюється бокова біляконтактна фація великого гранітоїдного масиву. Більша ж його частина має знаходитись нижче сучасного рівня моря на північ та захід від Аргентинських островів. Доведено, що гранітоїдний масив Барчанс-Фордж (ГМБФ) був сформований у ранньому палеогені на абісальному рівні вкорінення. Раніше отримані результати  $K\text{-}Ar$ ,  $Rb\text{-}Sr$  та  $Ar\text{-}Ar$  ізотопного датування дають віковий інтервал 55–60 млн рр. Вмісними породами для цього масиву слугували метаморфізовані вулканіти, з якими ГМБФ контактує на південно-східному фланзі, а також, можливо, діорити та габроїди, які містяться у вигляді ксенолітів у гранітоїдах. З'ясовано, що головним петрографічним представником ГМБФ є гранодіорити. Останні петрографічно подібні до гранодіоритів о. Пітерман, розташованого близько 8 км на північний схід від досліджуваної території. По аналогії з гранодіоритами о. Пітерман, для яких час ексгумації оцінено попередниками у 11 млн рр., для ерозійного розкриття ГМБФ також припускається неогеновий вік. За мінералого-петрографічними особливостями гранодіорити Барчанс-Фордж віднесені до гранітоїдів I типу, джерелами магмогенерації яких слугували магматичні породи основного та середнього складу. У процесі оцінювання потенційної рудоносності гранітоїдів Барчанс-Фордж рекомендовано звернути увагу на притаманну цим породам первинно-магматичну ортит-торитову мінералізацію, а також на генетично пов'язані з такими гранітоїдами гідротермальні утворення з молібденітовою та халькопіритовою мінералізацією.

**Ключові слова:** петрографія, мінералогія, гранітоїди, Західна Антарктика.

**Вступ.** У районі української антарктичної станції "Академік Вернадський" (УАС), розташованої на Аргентинських островах архіпелагу Вільгельма, поширені інтрузивно-магматичні утворення мезозой-кайнозойського віку. Особливе місце серед них посідають гранітоїди, які відслонюються на островах Барчанс і Фордж. Нині гранітоїдний масив Барчанс-Фордж (ГМБФ) вважають наймолодшим серед гранітоїдів району УАС. Його формування співпадає із завершенням регіональних орогенічних процесів (Андійського орогенезу). Відповідно, гранітоїдні інтрузії, які формують цей масив, є важливим часовим і просторовим геотектонічним маркером в історії геологічного розвитку Західної Антарктики. Привертає увагу і своєрідна  $Mo\text{-}Cu\text{-}Fe$  мінералізація, виявлена в гранітоїдах Барчанс-Фордж ще у 1980-х роках, яка досі лишається недостатньо вивченою. Нещодавно авторами отримано нові дані про петрографію, мінералогію та рудоносність гранітоїдів Барчанс-Фордж, які лягли в основу цієї публікації.

**Метою** досліджень було уточнення умов залягання гранітоїдів Барчанс-Фордж, з'ясування їх мінералого-петрографічних особливостей і потенційної рудоносності.

**Огляд попередніх публікацій.** Перші геологічні дослідження на Аргентинських островах 1935 року виконав учасник Британської експедиції до Землі Греяма В. Флемінг. Саме тоді невелика група похилих засніжених островів, розташованих у 2 км західніше від місця першої зимівлі експедиції на о. Вінтер, отримала найменування Барчанс (*Barchans*) за зовнішню подібність до піщаних барханів. Натомість сусідня з півночі острівна група за схожість із підковою була названа Хосшу (*Horseshoe*), а пізніше перейменована на Фордж (*Forge*) — кузня. Зразки гірських порід із колекції В. Флемінга, а також матеріали пізнішої геологічної зйомки, виконаної у 1959–1960 рр., лягли в основу публікації "Petrology of Argentine Islands" [5]. У цій роботі гранітоїди островів Барчанс і Фордж віднесені до *андійської інтрузивної світи*, яку дещо раніше описав Р. Аді на території Землі Греяма [4]. Д. Елліот [5] стисло охарактеризував умови залягання та петрографію зазначених гранітоїдів. Їх мінералогія, за винятком головних породоутворювальних мінералів, залишилась недослідженою. Зокрема, у петрографічних описах гранітоїдів Д. Елліот обмежується лише кристалооптичними характеристиками породоутворювальних мінералів і стислим переліком акцесорних, серед яких діагностує титаномagnetит, сфен, апатит, циркон та ортит.

Перші результати ізотопного датування магматичних утворень досліджуваної території опубліковані в роботі [12].  $K\text{-}Ar$  вік біотитів та амфіболів гранітоїдів островів Барчанс і Фордж виявився палеогеновим — 54–57 млн рр. Пізніше ці визначення підтверджено  $Rb\text{-}Sr$  ізохронним датуванням  $55 \pm 3$  млн рр. [11]. Палеогенове значення віку —  $60,9 \pm 0,8$  млн рр. дало й  $Ar\text{-}Ar$  ізотопне датування по біотиту з гранодіоритів островів Барчанс [2].

У результаті дослідження кварц-молібденіт-халькопіритових, кварц-піритових та кварц-магнетитових жил, які перетинають гранітоїди о-вів Барчанс і Фордж, а також супутніх їм гідротермально-метасоматичних змін був зроблений висновок, що ці рудопрояви є найбільш еродованою кореневою зоною мідно-порфірової системи [7]. На думку [1], пірит-халькопірит-магнетитова мінералізація о-вів Бар-

чанс пов'язана з кварцовими жилами "пост-тектонічної гідротермальної стадії" та епігенетичними процесами у тектонічних розломах. Суттєвих концентрацій рудних елементів у них не виявлено. Умови кристалізації зазначених кварцових жил описано [10]: дослідження флюїдних включень у кристалах кварцу показало, що материнський водний флюїд мав карбонатно-галоїдний склад, а кристалізація кварцу відбувалася за температури 220—300 °С.

**Фактичний матеріал і методологія досліджень.** Під час сезонних геологічних досліджень 22-ї та 24-ї українських антарктичних експедицій, що виконували О. Митрохин та В. Бахмутов у 2017 та 2019 роках, було отримано нові дані про умови залягання та петрографічно-різноманіття гранітоїдів Барчанс-Фордж, а також про жильні та дайкові утворення, що їх перетинають. Зібрана колекція гірських порід і супутніх мінеральних утворень, зокрема декілька зразків, що раніше люб'язно надав П.О. Буртний, склали основу подальших мінералого-петрографічних досліджень. З методів досліджень застосовано оптичну мікроскопію, електронну мікроскопію, електронно-мікрозондовий та якісний рентген-флуоресцентний аналізи. Прозорі петрографічні шліфи досліджено на поляризаційному мікроскопі ПОЛАМ-РП-1. Кількісний мінеральний склад розраховано на інтеграційному столику Андіна (ICA). Особливості хімізму породотвірних мінералів, а також рудна та акцесорна мінералізація вивчені в прозоро-полірованих шліфах на растровому електронному мікроскопі-мікроаналізаторі РЕММА-202М. Усі лабораторні дослідження виконано в Навчально-науковому інституті "Інститут геології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

**Умови залягання гранітоїдів Барчанс-Фордж.** Під найменуваннями Барчанс і Фордж об'єднано більше двох десятків невеликих островів і скель, розташованих на західному фланзі Аргентинських островів на відстані близько 2 км від української антарктичної станції "Академік Вернадський" (рис. 1). Зазначені острови розкидані на площі близько 7 км<sup>2</sup>. Розмір найбільшого з них, що надалі іменується Барчанс-І, складає 0,4×1 км. На ньому ж зафіксована й найвища висотна відмітка — 15 м над рівнем моря. На інших островах абсолютні висоти як правило не перевищують 10 м. Більшість досліджуваних островів мають помітно

видовжену у північно-західному напрямі форму. Згладжені виходи гранітоїдів надають їм "м'якого" похилого рельєфу, подеколи на узбережжях гранітоїди уриваються у бік моря стрімкими скельними уступами висотою до 3—4 м. На трьох найбільших островах сформований постійний снігово-льодовиковий покрив, який вкриває понад половину їхньої площі. Найкраще відслоненими є північні узбережжя, на південних же розвинені стрімкі льодовикові урвища.

Аналіз гідрографічних карт показує, що острівні групи Барчанс і Фордж — це пласкі верхівки двох підвищень морського дна. Останні розділені вузьким підводним каньйоном північно-західного простягання, що продовжує розломну зону протоки Мік у цьому напрямку. Глибина в найближчій акваторії досліджуваних островів звичайно не перевищує 5—10 м, а в межах описуваного підводного каньйону стрімко зростає до 50—60 м. Менш виразні підводні западини північно-східного простягання відділяють ГМБФ від решти інших Аргентинських островів, що розміщуються східніше.

На відміну від решти інших Аргентинських островів, складених вулканічними породами мезозойського віку, більша частина території о-вів Барчанс і Фордж сформована палеогеновими гранітоїдами. Їхні численні корінні виходи простежуються вздовж узбережжя у вигляді майже безперервних відслонень протяжністю до 300—500 м. Згладжені та відшліфовані льодовиком поверхні виходів мають похило-горбистий рельєф. Гранітоїди, що їх складають, виглядають доволі свіжими без проявів десквамації та інших ознак вивітрювання. Густа сітка тріщин поділяє виходи гранітоїдів на блоки з паралелепіпедальною окремістю (рис. 2, а). Найбільш протяжні тріщини, орієнтовані згідно з загальним видовженням островів і проток між ними, мають північно-західне простягання на о-вах Барчанс (азимут простягання — 285—290°) або ж субширотне — на о-вах Фордж. Частішими і, водночас, менш правильними є системи тріщин північно-східної (азимут простягання — 25—30°) та північно-західної (350—355°) орієнтації. Ці системи тріщин контролюють залягання жильних і дайкових утворень. У гранітоїдах доволі часто трапляються мафічні включення розміром від перших сантиметрів до перших десятків сантиметрів. Частина з них складена темними дрібнокрис-

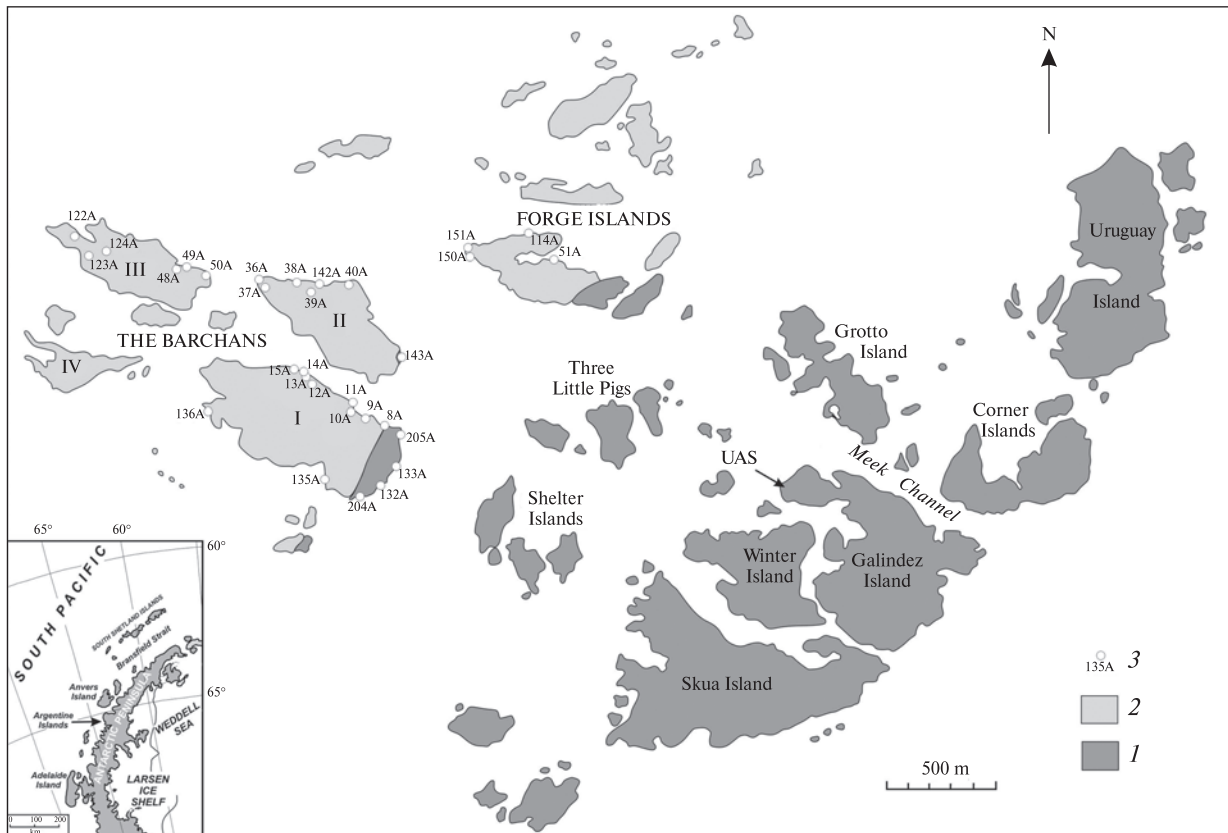


Рис. 1. Схематична геологічна карта Аргентинських островів: 1 — вулканічні породи мезозойського віку; 2 — палеогенові гранітоїди Барчанс-Фордж; 3 — точки геологічних спостережень та їхні номери; UAS — українська антарктична станція "Академік Вернадський". Карта складена за даними [7] з доповненнями та виправленнями авторів

Fig. 1. Simplified geological map of Argentine Islands: 1 — Mesozoic volcanic rocks; 2 — Paleogene Barchans-Forge granitoids; 3 — geological station numbers; UAS — Ukrainian Antarctic Station (Vernadsky Base). Geological map of [7] was the basis modified and added with author's data

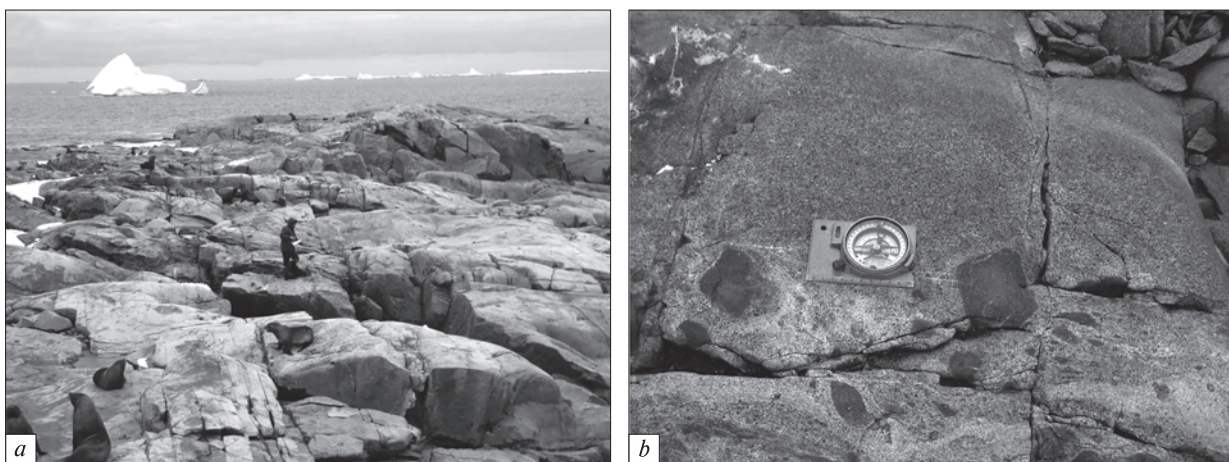


Рис. 2. Літологічні особливості гранітоїдів Барчанс-Фордж: а — тектонічна тріщинуватість визначає паралелепіпедну окремість і рельєф гранітних виходів, о. Барчанс-III; б — присутність мафічних включень (ксенолітів) надає гранітоїдам такситової текстури, о. Барчанс-I

Fig. 2. Lithology of the Barchans-Forge granitoids: a — the jointing determines the parallelepiped parting and relief of the granitoid outcrops, the Barchans-III Island; b — the mafic enclaves (xenoliths) give the taxitic structure to the granitoids, the Barchans-I Island



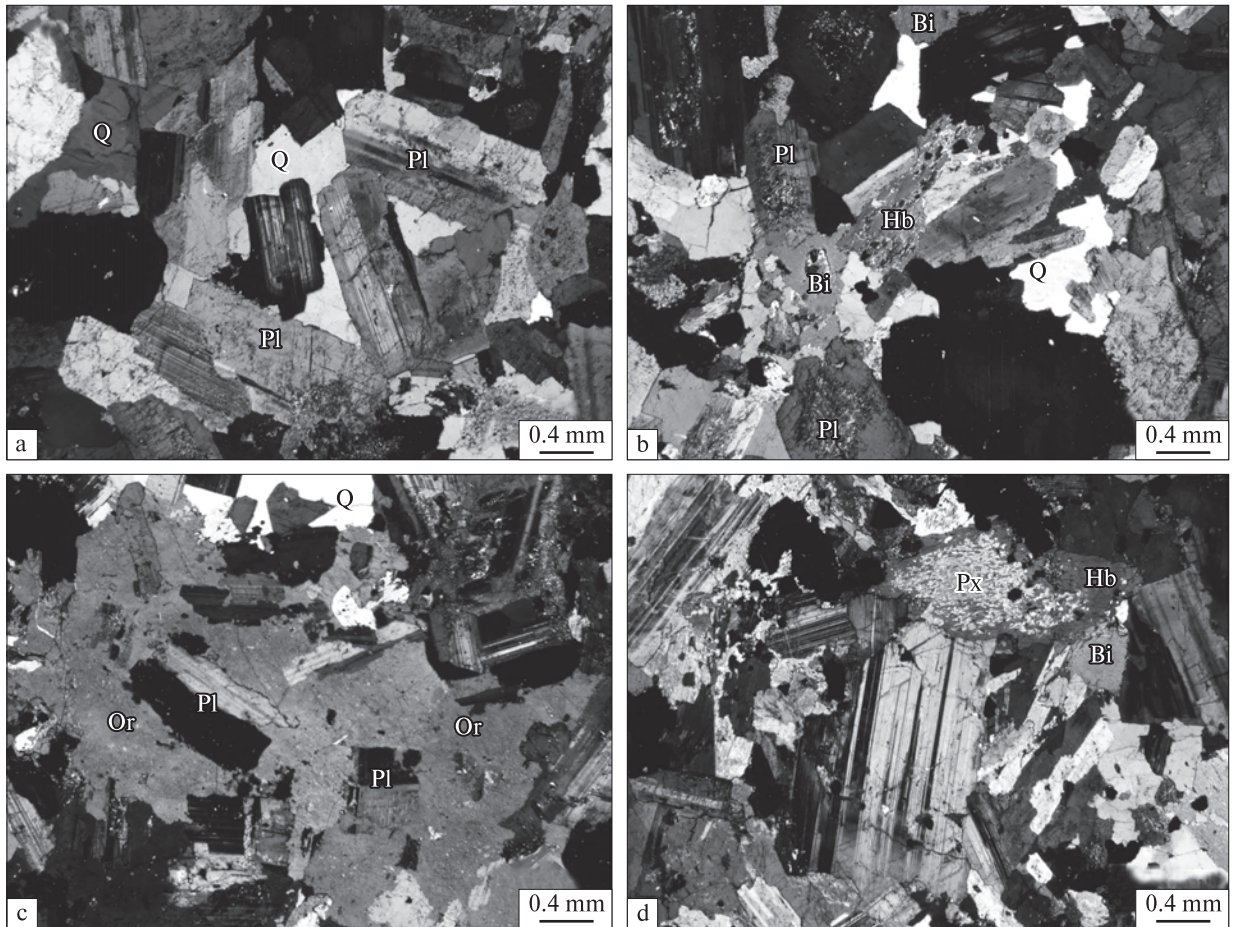


Рис. 3. Петрографічні особливості гранодіоритів Барчанс-Фордж: *a, b* — гіпідіоморфнозерниста гранітова структура, в якій плагіоклаз (Pl) проявляє ідіоморфізм по відношенню до кварцу (Q), біотиту (Bi) та рогової обманки (Hb); *c* — ділянка з монзонітовою структурою, ортоклаз (Or) містить частково кородовані пойкилітові включення плагіоклазу; *d* — кородоване ядро клінопіроксену (Px) всередині зерна рогової обманки. Зображення шліфів у поляризованому світлі, аналізатор включено

Fig. 3. Petrographical features of the Barchans-Forge granitoids: *a, b* — hypidiomorphic granitic texture, the plagioclase (Pl) shows idiomorphism toward to the quartz (Q), the biotite (Bi) and the hornblende (Hb); *c* — the area with monzonitic texture, the orthoclase (Or) contains partly corroded poikilitic inclusions of the plagioclase; *d* — corroded nucleus of the monoclinic pyroxene (Px) inside the hornblende grain. Thin section images in cross polarized light

талічними або навіть афанітовими породами, інші ж представлені більш лейкократовими фанеритовими діоритами та габроїдами. Гострокутна уламкова або напівоплавлена форма більшості включень дає змогу вважати їх ксенолітами. Але на крайньому західному узбережжі о. Барчанс-ІІ гранітоїди насичені породними включеннями з морфологією та структурно-текстурними особливостями, власливими для *mafic magmatic enclaves*.

Уздовж східного узбережжя о-вів Барчанс і Фордж закартована вузька смуга давніших вулканічних порід — метаморфізованих літокластичних лапілевих туфів. Примітно, що вони доволі сильно відрізняються від вулканітів, що відслонюються ще східніше на островах

Шелтер, Троє Поросят та Гротто. Головна відмінність — інтенсивна мілонітизація та розсланцювання вулканітів на східних узбережжях о-вів Барчанс і Фордж. Площини розсланцювання мають північно-східну орієнтацію з азимутами простягання 25–40°, падіння ж змінюється від вертикального до північно-західного з кутами падіння 60–75°. Вулканіти перетинаються численними мафічними дайками, серед яких можна виділити декілька вікових груп. Найдавніші з дайок підлягають інтенсивним тектонічним деформаціям разом із вмісними вулканітами. Напевно, молодшими за них є дайки, інтродовані вздовж площин розсланцювання у вулканітах. Наймолодшими слід визнати дайки, які незгідно інтродують як

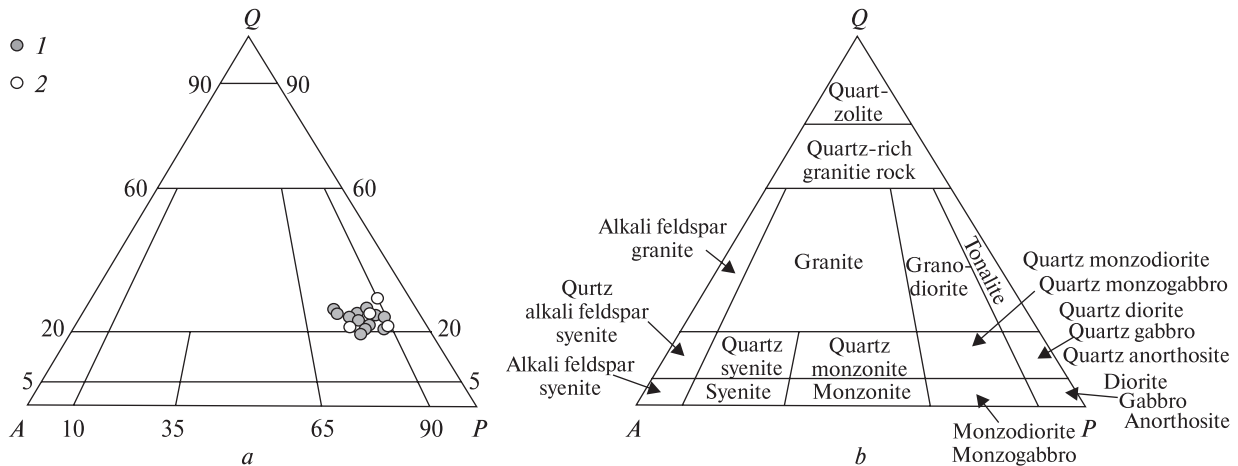


Рис. 4. Положення гранітоїдів Барчанс-Фордж на класифікаційному трикутнику QAP (Q — кварц, A — лужний польовий шпат, P — плагіоклаз): a — 1 — гранітоїди о-вів Барчанс; 2 — гранітоїди о-вів Фордж; окрім власних визначень кількісного мінерального складу, застосовані дані [5]; b — класифікаційні поля показані згідно з рекомендаціями Підкомісії по систематиці магматичних гірських порід Міжнародної спільки геологічних наук [8]

Fig. 4. Position of the Barchans-Forge granitoids on the QAP classification triangle (Q — quartz, A — alkali feldspar, P — plagioclase). a — 1 — the Barchans Islands granitoids; 2 — the Forge Islands granitoids. Elliot's data from [5] are used besides author's mode determinations; b — classification fields are shown under recommendations of the International Unit of Geological Sciences Subcommittee on the systematics of Igneous Rocks [8]

вулканіти, так і дайки двох попередніх вікових груп, а також і гранітоїди Барчанс-Фордж. Ін-трузивний контакт гранітоїдів із вулканічними породами виявлений і досліджений на островах Барчанс-I, Барчанс-II та Фордж. Поблизу контакту спостерігається чергування гранітоїдів із вулканітами. При цьому межі між ними є достатньо різкими та січними по відношенню до структури вулканітів. Гранітоїди біля контакту з вулканітами мають більш дрібнозернисту структуру порівняно з гранітоїдами, поширеними західніше зони контакту. Місцями у гранітоїдах спостерігається смугаста текстура, обумовлена нерівномірним розподілом темноколірних мінералів. Гранітоїди вміщують велику кількість ксенолітів вулканічних порід, більшість яких мають гострокутну уламкову форму, деякі підлягають приконтактовому ороговуванню. Петрографія вулканітів Аргентинських островів описана в роботі [5], мафічним дайкам, що інтродують гранітоїди Барчанс-Фордж, присвячена публікація [9].

**Мінералого-петрографічні особливості гранітоїдів Барчанс-Фордж.** У зразках досліджуваних гранітоїди характеризуються світло-сірим забарвленням і середньозернистою фанеритовою структурою. У їхньому складі макроскопічно ідентифікуються польові шпати, кварц і мафічні мінерали. Світло-сірі темні зерна польових шпатів розміром від 2—4 мм до 5—6 мм,

складають основний об'єм породи. Плагіоклаз і лужний польовий шпат за макроскопічними ознаками не розрізняються. Кварц, на відміну від польових шпатів, має трохи темніше забарвлення, скляний блиск і просвічує в тонких зламах. Його неправильні зерна є помітно меншими за польові шпати. Мафічні мінерали утворюють рівномірно розсіяні агрегатні скупчення розміром від 2—3 до 9—10 мм. Усередині таких скупчень у лупу можна розрізнити лусочки біотиту та неправильні зерна рогової обманки. Мікроскопічні вкраплення магнетиту діагностуються завдяки характерному сталевосірому блиску та магнітності.

У шліфах під поляризаційним мікроскопом гранітоїди Барчанс-Фордж демонструють типову гіпідіоморфнозернисту гранітову структуру (рис. 3). Кількісний мінеральний склад більшості досліджених зразків відповідає гранодіоритам. Хоча частина з них на класифікаційній діаграмі QAP знаходиться біля границі класифікаційного поля гранодіоритів із тоналітами та кварцовими монцодіоритами (рис. 4). Привертає увагу лейкократовий склад гранодіоритів Барчанс-Фордж, кольоровий індекс *M* у цих породах коливається у діапазоні 12—20 %. Головними пороодоутворювальними мінералами є плагіоклаз, кварц і лужний польовий шпат, другорядними — амфіболи та біотит. Звичайними акцесорними мінералами є титаномаг-

нетит, сфен, епідот, ортит, апатит, циркон і торит. Окрім перелічених у другорядних або акцесорних кількостях, як правило, присутній клінопіроксен, а також вторинні хлорит і серицит.

Плагіоклаз складає трохи більше половини загального об'єму породи. Кристалізується у вигляді ідіоморфних таблитчастих зерен, що виявляють ідіоморфізм по відношенню до кварцу та лужного польового шпату. У прохідному світлі плагіоклаз може виявляти зональне помутніння внаслідок серицитизації, якій більше підлягають внутрішні частини зерен. У схрещених ніколях характеризується звичайним для цього мінералу полісинтетичним двійникованням, що може ускладнюватись зональним згасанням. Склад плагіоклазу визначено за допомогою методу електронно-мікросондового аналізу (табл. 1). З'ясовано, що внутрішні частини багатьох зерен можуть мати андезин-лабрадорівий або лабрадорівий склад аж до  $An_{55-56}$ . У крайових частинах зерен основність помітно зменшується, відповідаючи олігоклазу  $An_{20-21}$ .

Кварц за вмістом посідає друге місце після плагіоклазу. У гранодіоритах його кількість

складає 18–23 %, у кварцовому монцодіориті зменшується до 15 %. Ксеноморфні зерна кварцу розміром 0,5–1,5 мм, звичайно кристалізуються у інтерстиційних проміжках плагіоклазів. По відношенню до лужного польового шпату кварц може проявляти ідіоморфні обмеження. У схрещених ніколях кварц демонструє однорідне або слабо-хвилясте згасання.

Лужний польовий шпат за вмістом, який коливається у діапазоні 9–13 %, помітно поступається іншим салічним мінералам. За кристалооптичними характеристиками його можна ідентифікувати як ортоклаз. Мікросондовий аналіз виявив незначні варіації його складу  $Or_{98-100}Ab_{0-2}$  (табл. 2). У шліфах у прохідному світлі він може бути безбарвним або різною мірою замутненим пелітизацією. У схрещених ніколях має нормальне однорідне згасання. Однак, завдяки помітно меншому світлозаломленню та мікропертитовій будові, його можна розрізнати на тлі плагіоклазу та кварцу. Подібно до останнього, ксеноморфні зерна ортоклазу кристалізуються в інтерстиціях плагіоклазів. Найбільші зерна ортоклазу звичайно містять пойкилітові включення плагіоклазу, то-

Таблиця 1. Вибіркові мікросондові аналізи плагіоклазів з гранодіориту Барчанс (зразок 840)

Table 1. Selected electron microprobe analyses of the plagioclases from the Barchans granodiorite (sample 840)

Компонент	Точка опробування												
	1	2	3	4	5	7	9	10	14	15	16	17	19
<i>Вміст, ваг. %</i>													
SiO <sub>2</sub>	57,90	56,69	57,63	57,16	60,82	60,96	60,37	54,57	61,64	60,88	61,02	54,19	58,84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,15	27,74	28,17	28,24	25,01	24,76	25,06	29,61	24,67	25,62	24,92	30,09	26,46
FeO*	0,11	0,26	0,15	0,05	0,26	0,14	0,01	0,19	0,01	0,1	0,24	0,17	0,16
CaO	8,12	8,68	8,63	7,75	5,01	4,46	5	10,83	4,21	5,55	5,23	10,71	6,37
Na <sub>2</sub> O	6,3	6,36	5,13	6,53	8,41	9,24	8,64	4,49	8,21	7,31	8,24	4,59	7,9
K <sub>2</sub> O	0,42	0,27	0,3	0,27	0,5	0,44	0,93	0,31	1,27	0,53	0,34	0,25	0,27
<i>Формульні коефіцієнти на 8 атомів кисню</i>													
K	0,024	0,016	0,017	0,016	0,028	0,025	0,053	0,018	0,072	0,03	0,019	0,015	0,016
Na	0,546	0,553	0,443	0,566	0,725	0,797	0,747	0,391	0,707	0,628	0,709	0,401	0,684
Ca	0,389	0,417	0,412	0,371	0,239	0,213	0,239	0,522	0,2	0,264	0,249	0,516	0,305
Si	2,588	2,544	2,567	2,553	2,704	2,712	2,692	2,455	2,737	2,698	2,711	2,438	2,626
Al	1,431	1,467	1,479	1,487	1,311	1,298	1,317	1,57	1,291	1,338	1,305	1,596	1,392
Fe	0,004	0,01	0,006	0,002	0,01	0,005	0	0,007	0	0,004	0,009	0,006	0,006
Σ	4,982	5,007	4,924	4,995	5,017	5,05	5,048	4,963	5,007	4,962	5,002	4,972	5,029
<i>Мінали, мол. %</i>													
Or	2,5	1,6	1,9	1,7	2,8	2,4	5,1	1,9	7,4	3,3	1,9	1,6	1,6
Ab	56,9	56,1	50,8	59,4	73,1	77	71,9	42	72,2	68,1	72,6	43	68,1
An	40,6	42,3	47,2	38,9	24,1	20,6	23	56,1	20,4	28,6	25,5	55,4	30,3

Примітка. Тут і у табл. 2 FeO\* — сумарне залізо в оксидній формі.

Note. Here and in the Table 2 FeO\* — total iron in the oxide form.



му у породі можуть формуватись місцеві ділянки з монцонітовою структурою. На відміну від кварцу, ортоклаз часто демонструє корозійні границі по відношенню до зерен плагіоклазу.

Амфіболи — найхарактерніші мафічні мінерали гранодіоритів Барчанс-Фордж. За кристалооптичними характеристиками та даними мікрозондового аналізу серед них розрізняються первинна рогова обманка та вторинний актиноліт. Рогова обманка у шліфах, коли аналізатор вимкнено, має звичайне для неї густо-зелене забарвлення з помітним плеохроїзмом. Форма її виокремлень змінюється від ксено- до гіпідіоморфної короткостовпчастої. Розміри зерен становлять 0,4—2 мм. Деяким з них властиве двійникування. Всередині зерен рогової обманки часто присутні мікроскопічні включення апатиту і магнетиту. Звичайними є також кородовані рештки безбарвного клінопіроксену, реакційно заміщеного роговою обманкою, рогову обманку подеколи фрагментарно заміщує блідо-зелений актиноліт.

Біотит за вмістом трохи поступається амфіболам. Хоча є шліфи, де біотиту більше за рогову обманку. У прохідному світлі він характеризується доволі сильним плеохроїзмом від

темно-коричневого по *Ng* до світло-жовтого по *Np*. Кристалізується у вигляді ксеноморфних і гіпідіоморфних пластинчастих зерен. Часто містить пойкилітові включення магнетиту, апатиту та циркону. Інколи всередині біотиту спостерігаються орієнтовані у кількох напрямках голочки рутилу. Досить часто біотит частково або й повністю заміщений хлоритом, який утворює по ньому гомоосові псевдоморфози. Хлорит діагностується завдяки характерному блідо-зеленому забарвленню в одному ніколі та аномальним чорнильно-синім кольорам інтерференції у схрещених ніколях. Хлоритизація біотиту звичайно супроводжується виокремленням сфену та епідоту, які розвиваються вздовж площин спайності хлоритових псевдоморфоз.

Апатит — характерний акцесорний мінерал досліджуваних гранітоїдів. За допомогою мікрозондового аналізатора з'ясована його приналежність до хлорапатиту. Звичайно апатит кристалізується у вигляді ідіоморфних кристалів стовпчастої форми розміром 0,05—0,1 мм. Більшість із них утворюють включення всередині усіх породоутворювальних мінералів, найчастіше — у роговій обманці та біотиті.

Таблиця 2. Вибіркові мікрозондові аналізи ортоклазів із гранодіориту Барчанс (зразок 840)

Table 2. Selected electron microprobe analyses of the orthoclases from the Barchans granodiorite (sample 840)

Компонент	Точка опробування							
	22	23	24	25г	26	27г	28	29г
<i>Вміст, ваг. %</i>								
SiO <sub>2</sub>	65,28	66,02	66,11	66,76	65,64	66,15	65,86	66,51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,28	19,41	19,32	19,53	19,3	19,74	19,42	19,32
FeO*	0,08	0,12	0,09	0,12	0,23	0,21	0,29	0,16
CaO	0,03	0,02	0,05	0,09	0,11	0,26	0,35	0,19
Na <sub>2</sub> O	—	—	—	0,34	0,03	0,58	—	0,59
K <sub>2</sub> O	16,32	14,42	14,43	13,16	14,69	13,05	14,07	13,23
<i>Формульні коефіцієнти на 8 атомів кисню</i>								
K	0,961	0,838	0,838	0,759	0,856	0,754	0,818	0,765
Na	—	—	—	0,03	0,003	0,051	—	0,052
Ca	0,001	0,001	0,002	0,004	0,005	0,013	0,017	0,009
Si	3,012	3,006	3,01	3,018	2,999	2,998	3	3,014
Al	0,994	1,042	1,037	1,04	1,039	1,054	1,043	1,032
Fe	0,003	0,005	0,004	0,005	0,009	0,008	0,011	0,006
Σ	4,971	4,892	4,891	4,856	4,911	4,878	4,889	4,878
<i>Мінали, мол. %</i>								
<i>Or</i>	99,9	99,9	99,8	95,7	99,1	92,2	98	92,6
<i>Ab</i>	—	—	—	3,8	0,3	6,2	—	6,3
<i>An</i>	0,1	0,1	0,2	0,5	0,6	1,6	2	1,1



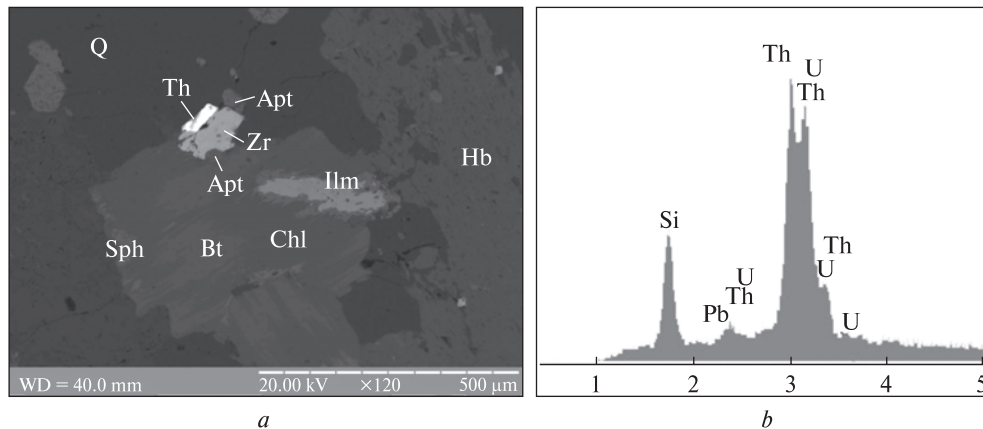


Рис. 5. Торит у гранодіориті о. Барчанс: *a* — зображення на растровому електронному мікроскопі, режим зворотно-розсіяних електронів (COMPO); *b* — XRF-спектр ториту, отриманий на REMMA-202M. *Мінерали*: Apt — апатит, Bt — біотит, Chl — хлорит, Hb — рогова обманка, Ilm — ільменіт, Q — кварц, Sph — сфен, Th — торит, Zr — циркон

Fig. 5. The thorite in the Barchans Island granodiorite: *a* — back-scattered electron image on scanning electron microscope REMMA-202M; *b* — XRF-spectrum of the thorite obtained on REMMA-202M. *Mineral symbols*: Apt — apatite, Bt — biotite, Chl — chlorite, Hb — hornblende, Ilm — ilmenite, Q — quartz, Sph — titanite, Th — thorite, Zr — zircon

Сфен також постійно присутній у акцесорних кількостях але, на відміну від апатиту, він має вторинне походження. Виокремлення сфену відбувається у разі хлоритизації біотиту, також він може формувати реакційні облямівки навколо Fe-Ti оксидно-рудних мінералів. У обох випадках сфен утворює неправильні зерна або мікрокристалічні агрегати.

Епідот, як і сфен, є вторинним мінералом. Його неправильні дещо видовжені зерна, які мають характерне бліде жовтувато-зеленкувате забарвлення в одному ніколі та аномально високі кольори інтерференції у схрещених ніколях, звичайно асоціюють із хлоритизованим біотитом.

Ортит за вмістом значно поступається епідоту і сфену. Його видовжені ідіоморфні та гіпідіоморфні зерна розміром 0,05—0,15 мм звичайно включені у плагіоклаз. По краях ортит може бути заміщений вторинним епідотом. За вимкненого аналізатора ортит плеохроює у коричневих тонах, тому його можна сплутати з біотитом, від якого ортит відрізняється більшим показником заломлення та формою. Кристалооптична діагностика ортиту підтверджена результатами мікрозондового аналізу.

Циркон трапляється частіше за ортит, але вміст його менший, ніж апатиту. Звичайно він кристалізується у вигляді включень у плагіоклазі, біотиті та хлориті. Характерною є парagenетична асоціація із зернами ториту. Кристали циркону мають видовженопризматичну

форму з дипірамідальними вершинами, їх розміри складають 0,05—0,1 мм.

Торит уперше ідентифікований у складі досліджуваних порід. Діагностику виконано у кількох прозоро-полірованих шліфах на растровому електронному мікроскопі-мікроаналізаторі (рис. 5). З'ясовано, що торит є звичайним акцесорним мінералом ГМБФ. В одному прозоро-полірованому шліфі на площі  $3 \times 2,5$  см виявлено більше 20 зерен ториту. Більшість із них утворюють ідіоморфні включення у мафічних мінералах. Форма кристалів ториту видовженопризматична з дипірамідальними вершинами, тобто є подібною до кристалів циркону. Окрім індивідуальних кристалів розміром до 0,02 мм наявні більші агрегати ториту, розмір яких сягає 0,12 мм.

Титаномagnetит переважає серед Fe-Ti оксидно-рудних мінералів. Найчастіше він асоціює з мафічними силікатами, в яких утворює пойкилітові включення. Його виокремлення представлені ідіо- та гіпідіоморфними кристалами розміром 0,1—0,3 мм, а також агрегатними скупченнями розміром до 2 мм. Під електронним мікроскопом помітно грубу ламелярну структуру титаномagnetиту з ексклюзійними включеннями ільменіту в magnetитовій матриці. Навколо титаномagnetиту на межі з силікатами, що його оточують, часто формується реакційна облямівка, складена сфеном.

**Аплітові та пегматитові жили.** Поодинокі жили граніт-аплітів і гранітних пегматитів, які розтинають гранітоїди Барчанс-Фордж, на-

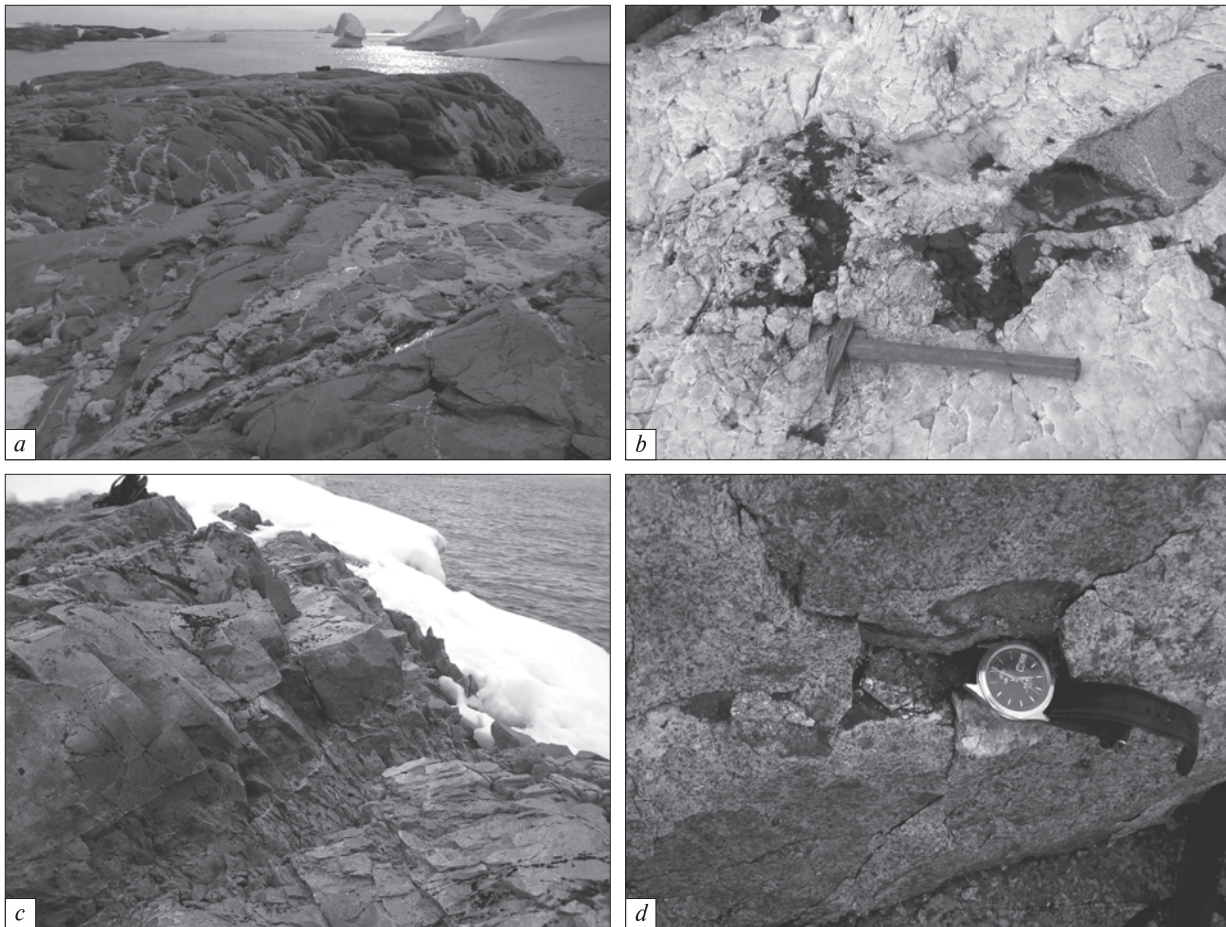


Рис. 6. Гідротермальна мінералізація в гранітоїдах Барчанс-Фордж: *a* — кварцові жили в гранодіоритах о. Барчанс-III; *b* — гігантські зерна магнетиту у кварцовій жилі, що перетинає гранодіорити о. Барчанс-II; *c* — похила система тріщин, яка контролює кварцові жили з молібденіт-халькопіритою мінералізацією, о. Фордж; *d* — два пластинчасті кристали молібденіту у тонкому кварцовому прожилку, що розтинає гранодіорити о. Фордж

Fig. 6. Hydrothermal mineralization in Barchans-Forge granitoids: *a* — quartz veins in granodiorite on the Barchans-III Islands; *b* — giant magnetite grains in the quartz veins cross-cutting granodiorite on the Barchans-II Island; *c* — gentle sloping fractures control the quartz veins with molybdenite-chalcopyrite mineralization on the Forge Island; *d* — two lamellar crystal of the molybdenite in quartz veinlet cross-cutting granodiorite on the Forge Islands

певно належать до пізніх інтрузивних фаз досліджуваного масиву. Одна з аплітових жил інтродує гранодіорити на західному узбережжі о. Фордж, точка спостереження № 114А з географічними координатами 65°14'5,6" пд. ш., 64°16'58,3" зх. д. Потужність описуваної аплітової жили складає всього 4 см. Її форма є правильною плитоподібною з різкими паралельними контактами без зон загартування та інших біляконтактних змін. Залягання визначається як стрімке з північно-західним простяганням, азимут падіння — 160°, кут падіння — 85°. Апліт являє собою світло-сіру лейкократову породу з дрібнозернистою будовою. Під мікроскопом він характеризується повнокристалічною алотріоморфнозернистою структурою.

Кварц місцями проявляє частковий ідіоморфізм по відношенню до ортоклазу. Окрім кварцу та пелітизованого ортоклаз-пертити, серед салічних мінералів присутня різко підпорядкована кількість серицитизованого плагіоклазу. Акцесорії представлені хлоритизованим біотитом, магнетитом, сфеном, епідотом, апатитом, цирконом та ортитом. Описувана аплітова жила та гранодіорити, що її вміщують, січуться діабазовою дайкою, яка має потужність 1 м, залягає вертикально з азимут простягання 95°.

Малопотужна жила гранітного пегматиту досліджена на о. Барчанс-північний на ділянці з координатами 65°14'10,9" пд. ш., 64°18'20,2" зх. д., точка спостереження № 39А. Пегматитова жила погано вирізняється на тлі вмісного

середньозернистого гранодіориту. Її потужність складає 10 см, форма наближується до плитоподібної з доволі різкими прямолінійними контактами. Залягання напевно є вертикальним із північно-західним простяганням, азимут простягання —  $320^\circ$ . Жила має зональну будову. Її осьова частина товщиною близько 2 см складена молочним кварцом. Основний же об'єм представлений рожевою середньозернистою породою, яку з першого погляду можна прийняти за лейкократовий граніт. Але мікроскопічні дослідження виявляють у шліфі кварц-ортоклазовий склад і графічну структуру, дещо порушену катаклизом. Разом з пелітизованим ортоклаз-пертитом та кварцом у складі пегматиту у другорядних кількостях є серицитизований плагіоклаз. Окрім них також виявлені акцесорні концентрації хлориту, сфену, епідоту і ортиту.

Ще декілька жилоподібних тіл, що попередньо ідентифіковані як гранітні пегматити, виявлені на о. Барчанс-західний у межах точки спостереження № 49А з координатами  $65^\circ 14'6,0''$  пд. ш.,  $64^\circ 19'6,6''$  зх. д. На відміну від описаних вище, зазначені жильні тіла мають доволі невитриману звивисту форму та мінливу потужність з численними роздувами та перетисками. Їхні контакти доволі розпливчасті, хоча вмісні гранодіорити біля контакту помітно світлішають. Місцями видно, як окремі пегматоїдні тіла поєднуються тонкими провідниками у групи, що витягуються у одному напрямі. Пегматит складений грубозернистим агрегатом польового шпату та кварцу. У місцях роздуву жил кристалізуються агрегатні скупчення турмаліну, епідоту і магнетиту. Причому турмалін (шерл) утворює ефектні радіально-променеві агрегати, в межах яких окремі голчасті індивіди можуть сягати у довжину 12 см.

**Гідротермальні жили.** Численні кварцові жили з магнетитовою та сульфідною мінералізацією, які перетинають гранодіорити Барчанс-Фордж, мають гідротермальне походження (рис. 6). На східному узбережжі о. Барчанс-III навколо точки спостереження № 50А з координатами  $65^\circ 14'7,1''$  пд. ш.,  $64^\circ 18'59,3''$  зх. д. щільність кварцових жил дає змогу ідентифікувати їх залягання як штокверк. Найдовші жили простягаються на північний схід із азимут простягання  $65^\circ$  та падінням на північний захід під кутом близько  $60^\circ$ . Потужність деяких з них може сягати 1–2 м. Менш потужні жили з ламаною конфігурацією ус-

кладнюють загальну картину, утворюючи заплутану штокверкову сітку. Лише в деяких жилах цього відслонення наявна бідна магнетитова мінералізація.

Найбагатша магнетитова мінералізація виявлена у кварцових жилах, розвинених у крайній північно-західній частині о. Барчанс-II в районі точки спостереження № 37А з координатами  $65^\circ 14'9,9''$  пд. ш.,  $64^\circ 18'39,3''$  зх. д. Кварцові жили з багатьма гніздоподібними скупченнями магнетиту та різко підпорядкованою сульфідною мінералізацією залягають у гранодіоритах. Їхня звичайна потужність 5–20 см, хоча у місцях перетину є роздуви до 1–2 м. Більшість згаданих жил простягаються з північного заходу на південний схід, утворюючи потужну зону гідротермалітів, орієнтовану за азимутом  $160^\circ$ . Напевно, продовження цієї зони ми маємо на північному узбережжі о. Барчанс-I, де у гранодіоритах розвинені кварцові жили з пірит-халькопіритовою та магнетитовою мінералізацією, які часто також мають північно-західне простягання, хоча в межах описуваної точки спостереження № 37А частина кварцових жил орієнтується субширотно. Причому одна з них (потужністю 0,5–1 м), яка відрізняється найбільшою концентрацією магнетиту, має північне падіння під кутом  $60^\circ$ . Магнетит вкраплений у кварц у вигляді середньо- та крупнокристалічних агрегатних скупчень, розмір яких коливається від перших сантиметрів до перших дециметрів, іноді октаедричні кристали магнетиту можуть сягати 2 см. Більшість магнетитових скупчень тяжіє до призальбандових частин жили, а їхня груба орієнтація паралельно до контактів надає жилі смугастої будови. На деяких ділянках поверхня магнетитових зерен вкрита тонкою окисненою плівкою з райдужним відливом. Місцями магнетит заміщується лімонітом. Описувана жила простежена за простяганням на 20 м, далі ж у обидва боки вона закрита снігом. Її границі з вмісним гранодіоритом є різкими та звивистими. З боку гранодіориту спостерігаються зонки брекчіювання, заліковані жильним кварцом. Апофізи, які найбільше розвинені біля висячого північного екзоконтакту цієї жили, мають загальне північно-західне простягання.

Своєрідна сульфідна мінералізація пов'язана з кварцовими жилами о. Фордж. На західному узбережжі в межах точки спостереження № 150А з координатами  $65^\circ 14'9,4''$  пд. ш.,



64°17'19,9" зх. д. у гранодіоритах виявлена зона підвищеної тріщинуватості субширотного простягання. У тріщинах сформовані тонкі кварцові жили з молібденітовою та пірит-халькопіритовою мінералізацією. Товщина окремих жил не перевищує 0,5—1,5 см. Більшість із них має субширотне простягання, залягає доволі похило з азимутом падіння 20° під кутом 20°. Молібденіт звичайно утворює дрібнокристалічні скупчення, які можуть траплятись не лише всередині кварцових жил, а й самостійно виповнювати тріщини у гранодіоритах або навіть розвиватись у їх загальній масі. На одній ділянці у кварцовій жилі виявлено два пластинчасті кристали молібденіту розміром близько 3 см.

**Обговорення результатів та висновки.** Виконані дослідження дають можливість зробити ряд висновків стосовно геологічних умов залягання та віку, речовинного складу та рудоносності гранітоїдів масиву Барчанс-Фордж.

1. Результати геологічних досліджень і петрографічні особливості досліджуваних гірських порід вказують на те, що на островах Барчанс і Фордж відслонюється лише фрагмент великого гранітоїдного масиву, імовірно його бокова біляконтактна частина. Більша ж частина гранітоїдного масиву Барчанс-Фордж має знаходитись нижче сучасного рівня моря на північ та захід від Аргентинських островів.

2. Згідно з даними ізотопного датування, гранітоїдний масив Барчанс-Фордж був сформований у ранньому палеогені на абісальному рівні вкорінення. Вмісними породами для цього інтрузивного тіла слугували метаморфізовані вулканіти, з якими гранодіорити контактують на південно-східному фланзі масиву, а також, можливо, діорити та габроїди, які містяться у вигляді ксенолітів у гранодіоритах.

3. Головним петрографічним представником гранітоїдного масиву Барчанс-Фордж є гранодіорити. Останні є петрографічно подібними до гранодіоритів, що були описані у попередній авторській публікації [9] на о. Пітерман, розташованому близько 8 км на північний схід від досліджуваної території островів Барчанс і Фордж. По аналогії з гранодіоритами о. Пітерман, для яких час ексгумації оцінюється у 11 млн рр. [6], для ерозійного розкриття гранітоїдів Барчанс-Фордж також можна припустити неогеновий вік.

4. За мінералого-петрографічними особливостями гранодіорити Барчанс-Фордж належать до гранітоїдів I типу, джерелами магмогенерації яких слугують магматичні породи основного та середнього складу. Про це свідчать: 1) петрографічний склад ксенолітів; 2) особливості мінерального складу гранодіоритів та хімізм їх породоутворювальних мінералів, зокрема підвищена основність плагіоклазу, наявність кальцієвих мафічних силікатів — рогової обманки та клінопіроксену, апатит-сфен-епідот-ортитова акцесорна мінералізація, переважання титаномagnetиту серед Fe-Ті оксидно-рудних мінералів.

5. Оцінюючи рудогенерувальний потенціал гранітоїдів Барчанс-Фордж та їхніх петрографічних аналогів, варто звернути увагу на притаманну цим породам первинно-магматичну ортит-торитову мінералізацію та генетично пов'язані з такими гранітоїдами гідротермальні утворення з молібденітовою та халькопіритовою мінералізацією.

*Дослідження виконано за сприяння Національного антарктичного наукового центру України в рамках Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011—2020 роки.*

## ЛІТЕРАТУРА

1. Артеменко Г.В., Бахмутов В.Г., Самборская И.А., Кануникова Л.И. Проявления рудной минерализации в интрузивном комплексе архипелага Аргентинские острова (Западная Антарктика). *Минерал. журн.* 2011. **33**, № 3. С. 90—99.
2. Бахмутов В.Г., Гладкочуб Д.П., Шпира В.В. Возрастная позиция, геодинамическая специфика и палеомагнетизм интрузивных комплексов западного побережья Антарктического полуострова. *Геофиз. журн.* 2013. **35**, № 3. С. 3—30.
3. Митрохин О.В., Бахмутов В.Г., Гаврилов Л.И., Алексеенко А.Г. Геологическая будова острова Питерман (Архипелаг Вильгельма, Західна Антарктика). *Вісник Київ. ун-ту. Геол.* 2018. **80**, № 1. С. 7—15. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.80.01>
4. Adie R.J. The petrology of Graham Land: II. The Andean granite-gabbro intrusive suite. London: HMSO, 1955. 39 p. (*Falkland Islands Dependencies Survey Sci. Rep.*, 12). <http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/511012>
5. Elliot D.H. The petrology of the Argentine Islands. *British Antarctic Survey Sci. Reps.* 1964. № 41. 31 p.

6. Guenther W.R., Barbeau D.L., Reiners P.W., Thomson S.N. Slab window migration and terrane accretion preserved by low-temperature thermochronology of a magmatic arc, northern antarctic peninsula. *Geochem., Geophys., Geosyst.* 2010. **11**, № 3. P. 1—13. <https://doi.org/10.1029/2009GC002765>
7. Hawkes D.D., Littlefair M.J. An occurrence of molybdenum, copper and iron mineralization in the Argentine Islands, West Antarctica. *Econ. Geol.* 1981. **76**, № 4. P. 898—904.
8. Le Maitre R.W., Streckeisen A., Zanettin B., Le Bas M.J., Bonin B., Bateman P., Bellieni G., Dudek A., Efremova S., Kellet J., Lameyre J., Sabine P.A., Schmid R., Sørensen H., Woolley A.R. *Igneous Rocks a Classification and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the systematics of Igneous Rocks.* Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2002. 236 p.
9. Mytrokhyn O., Gavryliv L., Bakhmutov V. Neogene-Quaternary magmatic activities in the region of Ukrainian Antarctic Station "Akademik Vernadsky". *XII Int. Sci. Conf., XII Int. Sci. Conf* (Kyiv, 13—16 Novem.). Kyiv: In-te of continuing education T. Shevchenko Nat. Univ., 2018. 4 p.
10. Naumko I.M., Artemenko G.V., Bakhmutov V.G., Vovk O.P., Telepko L.F., Sakhno B.E. Quartz forming conditions in secant veins in granodiorites of the Andean intrusive complex of the Barchans Islands (Argentine Islands, West Antarctica). *Dopov. Nac. akad. nauk Ukr.* 2018. № 4. C. 74—80. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2018.04.074>
11. Pankhurst R.J. Rb-Sr geochronology of Graham Land, Antarctica. *J. Geol. Soc.* 1982. **139**, № 6. P. 701—711.
12. Rex D.C. Geochronology in relation to the stratigraphy of the Antarctic Peninsular. *Bull. British Antarctic Survey*, 1976. № 43. P. 49—58.

Надійшла 12.02.2020

## REFERENCES

1. Artemenko, G.V., Bakhmutov, V.G., Samborska, I.A. and Kanunikova, L.I. (2011), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 33, No. 3, Kyiv, UA, pp. 90-99 [in Russian].
2. Bakhmutov, V.G., Gladkochub, D.P. and Shpyra, V.V. (2013), *Geoph. journ.*, Vol. 35, No. 3, Kyiv, UA, pp. 3-30 [in Russian].
3. Mytrokhyn, O., Bakhmutov, V., Gavryliv, L. and Aleksieienko, A. (2018), *Visnyk Taras Shevchenko Nat. Univ. of Kyiv. Geol.*, Vol. 80, No. 1, Kyiv, UA, pp. 7-15 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.80.01>
4. Adie, R.J. (1955), *The petrology of Graham Land: II. The Andean granite-gabbro intrusive suite*, HMSO, London, UK, 39 p. (Falkland Islands Dependencies Survey Sci. Reps, 12). <http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/511012>
5. Elliot, D.H. (1964), *British Antarctic Survey Sci. Reps*, No. 41, 31 p.
6. Guenther, W.R., Barbeau, D.L., Reiners, P.W. and Thomson, S.N. (2010), *Geochem., Geophys., Geosyst.*, Vol. 11, No. 3, pp. 1-13. <https://doi.org/10.1029/2009GC002765>
7. Hawkes, D.D. and Littlefair, M.J. (1981), *Econ. Geol.*, Vol. 76, No. 4, pp. 898-904.
8. Le Maitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M.J., Bonin, B., Bateman, P., Bellieni, G., Dudek, A., Efremova, S., Kellet, J., Lameyre, J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sørensen, H. and Woolley, A.R. (2002), *Igneous Rocks a Classification and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the systematics of Igneous Rocks*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 236 p.
9. Mytrokhyn, O., Gavryliv, L. and Bakhmutov, V. (2018), *XII Int. Sci. Conf., 13-16 Novem., In-te of continuing education Kyiv T. Shevchenko Nat. Univ.*, Kyiv, UA, 2018, 4 p.
10. Naumko, I.M., Artemenko, G.V., Bakhmutov, V.G., Vovk, O.P., Telepko, L.F. and Sakhno, B.E. (2018), *Dopov. Nac. akad. nauk Ukr.*, No. 4, UA, pp. 74-80. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2018.04.074>
11. Pankhurst, R.J. (1982), *J. Geol. Soc.*, Vol. 139, No. 6, pp. 701-711.
12. Rex, D.C. (1976), *Bull. British Antarctic Survey*, No. 43, pp. 49-58.

Received 12.02.2020

*O.V. Mytrokhyn*, DrSc (Geology), Prof. Kyiv Taras Shevchenko National University  
Educational-scientific institute "Institute of Geology"  
90, Vasylykivska Str., Kyiv, Ukraine, 03022  
E-mail: mitrokhin.a.v@ukr.net  
<https://orcid.org/0000-0001-6269-0092>

*V.G. Bakhmutov*, DrSc (Geology), Prof., Head of Department.  
S.I. Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine  
32, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142  
National Antarctic Scientific Center of Ukraine  
16, Taras Shevchenko Boul., Kyiv, Ukraine, 01016  
E-mail: bakhmutovvg@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-3804-9953>

*O.L. Marushchenko*, MSc student. Kyiv Taras Shevchenko National University  
Educational-scientific institute "Institute of Geology"  
90, Vasylykivska Str., Kyiv, Ukraine, 03022  
E-mail: lesymarush@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-7423-3849>

*O.V. Andreyev*, PhD (Geology), Senior Researcher.  
Kyiv Taras Shevchenko National University  
Educational-scientific institute "Institute of Geology"  
90, Vasylykivska Str., Kyiv, Ukraine, 03022  
E-mail: andreev@univ.kiev.ua  
<https://orcid.org/0000-0003-0954-7777>

*O.A. Khlon*, Lead Engineer. Kyiv Taras Shevchenko National University  
Educational-scientific institute "Institute of Geology"  
90, Vasylykivska Str., Kyiv, Ukraine, 03022  
E-mail: khlon@univ.kiev.ua  
<https://orcid.org/0000-0001-6750-0489>

#### PETROLOGY, MINERALOGY AND ORE POTENTIAL OF THE BARCHANS-FORGE GRANITOIDS (ARGENTINE ISLANDS, WEST ANTARCTICA)

Paleogen granitoids of Barchans and Forge Islands are the last phase of granitoid magmatism in the Ukrainian Antarctic Station region. The new data concerning the geology and petrographic diversity of the Barchans-Forge granitoids massif (BFGM) were obtained by seasonal investigations in 22<sup>nd</sup> and 24<sup>th</sup> Ukrainian Antarctic Expeditions. Optical and electron microscopical investigations, electron microprobe and XRF analyses were carried out. The objectives were the investigation of the geological position of the Barchans-Forge granitoids, the clarification of their petrographical and mineralogical features, and the evaluation of their ore potential. The data testify that only the lateral, marginal part of the large granitoid massif crops out on the Barchans and Forge Islands. Their major part probably locates below sea level north and west from Argentine Islands. The authors argue that the BFGM was formed in the Paleocene as the abyssal level intrusion. Previously published results of K-Ar, Rb-Sr and Ar-Ar isotope dating give an age range 55-60 Ma. The enclosing strata for BFGM are metamorphized volcanic rocks in contact with granitoids on the north-east flank of the massif. Other country rocks are possibly diorites and gabbroids that occur as the xenoliths in the granitoids. The major part of the BFGM consists of granodiorites, as estimated from the petrographical characterization. They are petrographically similar to granodiorites exposed on the Peterman Island located approximately 8 km to the north-east. The Neogene age of exhumation for BFGM was assumed by analogy to the Peterman Island granodiorites, for which previous researchers estimated the exhumation age near 11 Ma. Based on mineralogical and petrographical features, the Barchans-Forge granodiorites are labeled as I-type granitoids. The basic and intermediate igneous rocks are supposedly their magmatic sources. For evaluation of the ore potential of the BFGM the authors recommend to pay attention to their primary magmatic allanite-thorite mineralization as well as to the hydrothermal molybdenite-chalcopryrite mineralization.

*Keywords:* petrology, mineralogy, granitoids, West Antarctica.