

## **ПРО КОНТАКТОВИЙ ВПЛИВ СУБЛУЖНИХ ГАБРОЇДІВ (МАФІТІВ) ПОКРОВО-КИРІЇВСЬКОГО МАСИВУ НА ВМІЩУВАЛЬНІ ГРАНІТИ**

**С.Г. Кривдік<sup>1</sup>, В.О. Гаценко<sup>2</sup>, Є.С. Луньов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України, Київ, Україна, E-mail: kryvdik@ukr.net  
Доктор геолого-мінералогічних наук, професор, завідувач відділу.*

<sup>2</sup> *Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України, Київ, Україна, E-mail: vera.gatsenko@ukr.net  
Докторант.*

<sup>3</sup> *Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України, Київ, Україна, E-mail: lunev\_00@ukr.net  
Аспірант.*

Покрово-Киріївський масив знаходиться на північно-східній окраїні Приазовського мегаблоку Українського щита, в зоні його зчленування зі складчастою структурою Донбасу. Цей масив складений сублужними габро, піроксенітами, малінітами, нефеліновими сіенітами і різноманітними базальтоїдами. На одному з профілів цього масиву було розбурене доволі потужне (до 35-40 м) тіло змінених гранітів. Зміни відбулися під впливом на гранітне тіло інтрузії сублужних піроксенітів і габро, а також численних дайок сублужних габроїдів. Зміни (перетворення) гранітів проявляються у появі ділянок («плям»), складених дрібнозернистим агрегатом новоутвореного амфіболу (типу Na-актиноліту) та магнетиту, селадоніту та магнетиту, які, очевидно, псевдоморфно заміщують первинні амфіболи (залізисті рогові обманки) та біотити вихідних гранітів. Крім того, відбувається альбітизація плагіоклазу, також в гранітах фіксуються поодинокі зерна чисто андрадитового гранату, новоутвореного апатиту та виділення (гнізда, прожилки) кальциту. Такі екзоконтактові перетворення гранітів відрізняються від термального метаморфізму та ороговикування, а також фенітизації, що супроводжує інтрузивні породи карбонатитових комплексів. Очевидно, сублужний склад інтрузій зумовив такий не зовсім звичний тип екзоконтактових перетворень вміщувальних гранітів.

*Ключові слова:* змінені граніти, контактний вплив, сублужні габроїди, Покрово-Киріївський масив, Приазовський мегаблок.

## **THE IMPACT OF THE CONTACT SUBALKALINE GABBROIDS (MAFITES) OF POCROVO-KYRIYV MASSIF IN ALKALINE GRANITES**

**S.G. Kryvdik<sup>1</sup>, V.O. Gatsenko<sup>2</sup>, E.S. Lunev<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: kryvdik@ukr.net  
Doctor of geological-mineralogical sciences, professor, chief of department.*

<sup>2</sup> *M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: vera.gatsenko@ukr.net  
Doctorant.*

<sup>3</sup> *M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, E-mail: lunev\_00@ukr.net  
Post-graduate students.*

© С.Г. Кривдік, В.О. Гаценко, Є.С. Луньов, 2016

Pokrovo-Kyriyv massif is situated on the north-eastern part of the Azov megablock (Ukrainian shield), in its junction Donbass folden structure. This massif is composed of subalkaline gabbro, pyroxenites, malignites, nephelines syenites and various basalts. In the one of the profiles a quite thickness (35-40 m) body of altered granites was drilled. Alterations of this granite body had been caused by influence of subalkaline pyroxenites, gabbro and numerous dikes of subalkaline gabbroids. This alteration (transformation) of this granite is displayed in the appearance of small fields ("spots"), that is composed of fine-grained aggregate of new-formed amphibole (such as Na-actinolite type) and magnetite, celadonite and magnetite, which obviously replace pseudomorphically primary amphiboles (ferric hornblende) and biotite in country granites. In addition, there is albitization of K-feldspar, also as well is single grains of garnet (purely andradite), new formed apatite and crystallization (nest, veins) of calcite. Such exocontact alterations of granite are different from thermal metamorphism and hornfelsing and fenitization that are accompanying intrusive rocks of carbonatite complexes. Obviously subalkaline composition of the intrusions is caused not usual type exocontact alterations of granites.

*Key words:* the altered granites, the impact of the contact, the subalkaline gabbroids, the Pokrovo-Kyriyv massif, the Azov megablock.

## **О КОНТАКТОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ СУБЩЕЛОЧНЫХ ГАББРОИДОВ (МАФИТОВ) ПОКРОВО-КИРЕЕВСКОГО МАССИВА НА ВМЕЩАЮЩИЕ ГРАНИТЫ**

**С.Г. Кривдик<sup>1</sup>, В.А. Гаценко<sup>2</sup>, Е.С. Лунев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н.П. Семененко НАН Украины, Киев, Украина, E-mail: kryvdik@ukr.net  
Доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий отделом.*

<sup>2</sup> *Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н.П. Семененко НАН Украины, Киев, Украина, E-mail: vera.gatsenko@ukr.net  
Докторант.*

<sup>3</sup> *Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н.П. Семененко НАН Украины, Киев, Украина, E-mail: lunev\_00@ukr.net  
Аспирант.*

Покрово-Киреевский массив находится на северо-восточной окраине Приазовского мегаблока Украинского щита, в зоне его сочленения со складчатой структурой Донбасса. Этот массив сложен субщелочными габбро, пироксенитами, малиньитами, нефелиновыми сиенитами и разнообразными базальтоидами. На одном из профилей этого массива было разбурено довольно мощное тело (до 35-40 м) измененных гранитов. Изменения связаны с воздействием на гранитное тело интрузии субщелочных пироксенитов и габбро, а также многочисленных даек субщелочных габброидов. Изменения (преобразования) гранитов проявляются в появлении участков («пятен»), сложенных мелкозернистым агрегатом новообразованного амфибола (типа Na-актинолита) и магнетита, селадонита и магнетита, которые, очевидно, псевдоморфно замещают первичные амфиболы (железистые роговые обманки) и биотиты исходных гранитов. Кроме того, происходит альбитизация плагиоклаза, также в гранитах фиксируются единичные зерна чисто андрадитового граната, новообразованного апатита и выделения (гнезда, прожилки) кальцита. Такие экзотические преобразования гранитов отличаются от термального метаморфизма и ороговикования, а также фенитизации, которая сопровождается интрузивные породы карбонатитовых комплексов. Очевидно, субщелочной состав интрузий обусловил такой не совсем обычный тип экзоконтактных изменений вмещающих гранитов.

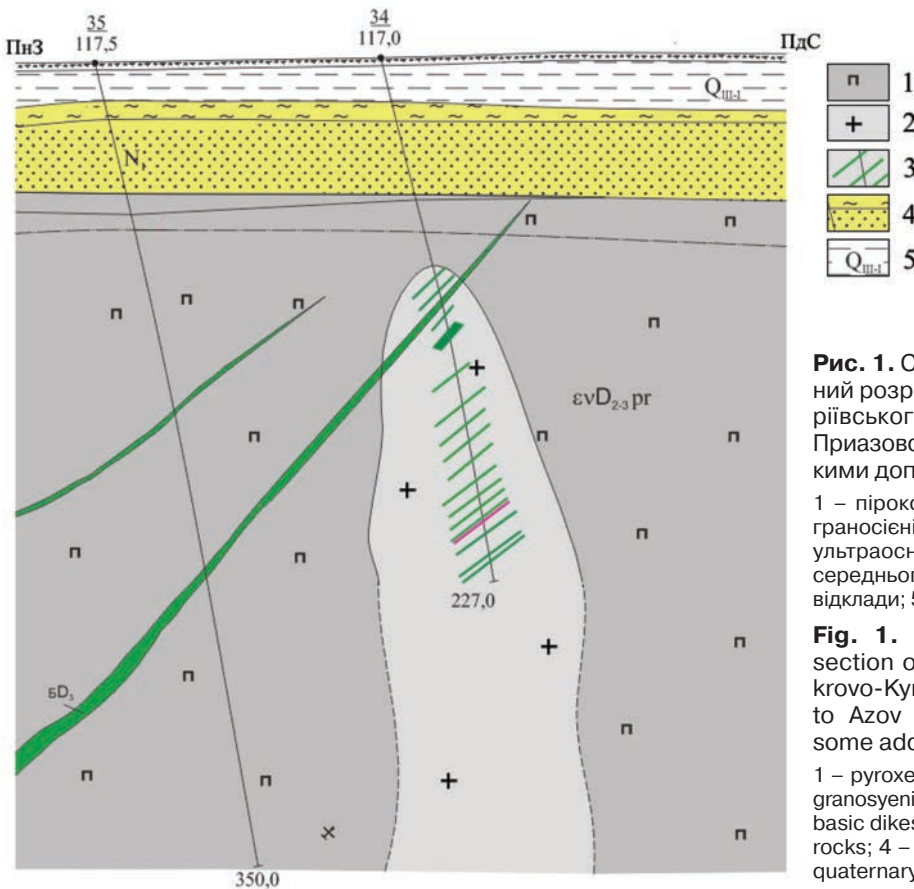
*Ключевые слова:* измененные граниты, контактное воздействие, субщелочные габброиды, Покрово-Киреевский массив, Приазовский мегаблок.

## Вступ

Покрово-Київський масив (його називають також структурою) є комфазною інтрузією і складається із сублужних габро, піроксенітів (рідше верлітів), малінітів, нефелінових сієнітів та різноманітних базальтоїдів. У масиві та навколишніх (вміщувальних) гранітоїдах наявні численні дайки різноманітного складу, частіше близького або аналогічного до такого повнокристалічних інтрузивних та ефузивних порід. Проте формаційну належність цього масиву не з'ясовано. В роботах попередніх дослідників цей масив відноситься до так званого лужноультраосновного-лужнобазальтоїдного комплексу [Базит-гіпербазитовий..., 1973] або ж розчленовується на три різних комплекси (Приазовський, Волновасько-Єланчицький та Покрово-Київський) [Бутурлинов, 1979]. Разом з тим у цих роботах зовсім мало даних (або, частіше, вони відсутні) про взаємодію інтрузивних порід цього масиву з вміщувальними породами (навколишніми гранітоїдами, які нині належать до так званого хлібодарівського комп-

лексу). Можливо, це пояснюється незначною кількістю свердловин, які розбурювали контакти між інтрузивними та вміщувальними породами, та відсутністю природних відслонень з такими контактами.

В пропонованій статті надаються результати досліджень кернавого матеріалу однієї із свердловин, що розбурила крупний ксеноліт («макроксеноліт») зміненого граніту, який залягає серед сублужних піроксенітів і габро та перетинається численними дайками переважно сублужних габроїдів, рідше ультраосновного та середнього складу (рис. 1). В результаті контактового впливу інтрузивних та дайкових порід цей ксеноліт граніту зазнав специфічних перетворень, які відрізняються від таких, що властиві процесам ороговікування, скарнування або фенітизації (останнє проявилось у випадку належності масиву до лужноультраосновного комплексу). Описані метасоматичні перетворення граніту зумовлені сублужним складом магматичних порід Покрово-Київського масиву та пов'язаних з ними флюїдами.



**Рис. 1.** Схематичний геологічний розріз св. 34 Покрово-Київського масиву (за даними Приазовської експедиції з деякими доповненнями авторів)

1 – піроксеніти та габроїди; 2 – граносієніти та граніти; 3 – дайки ультраосновного, основного та середнього складу; 4 – неогенові відклади; 5 – четвертинні відклади

**Fig. 1.** Simplified geological section of well № 34 from Pokrovo-Kyryiv massif (according to Azov expedition data with some addition authors)

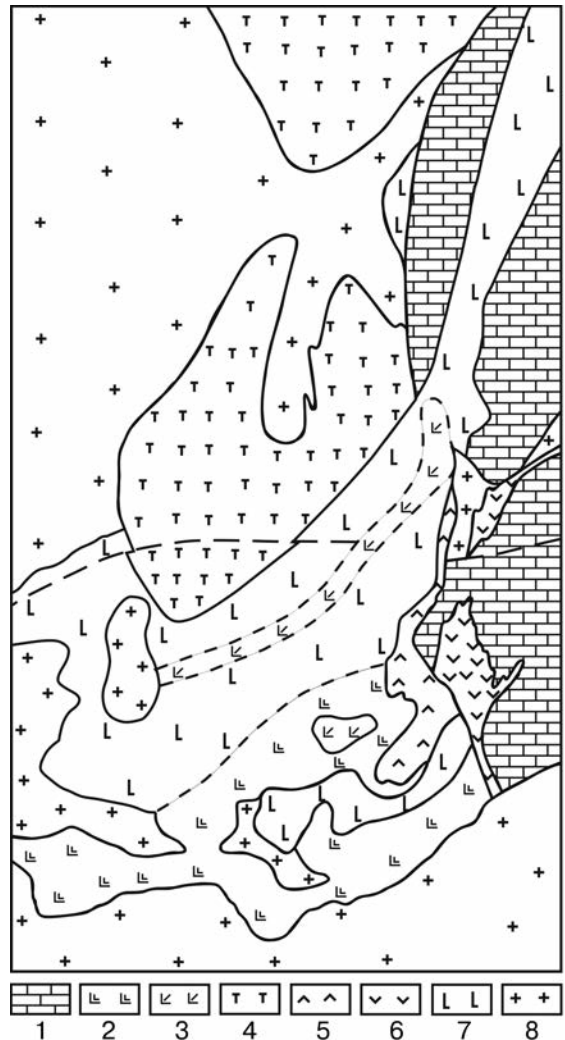
1 – pyroxenites and gabbroids; 2 – granosyenites and granites; 3 – ultrabasic dikes, basic and intermediate rocks; 4 – neogene sediments; 5 – quaternary sediments

## Геологічне положення змінених гранітоїдів

Гранітоїди, які оточують з заходу, півночі і півдня Покрово-Кириївський масив (структуру), нині відносять до хлібодарівського комплексу. Серед них, очевидно, переважають двопольовошпатові (калішпат домінує над плагіоклазом) граніти та граносієніти, які є головними типами порід хлібодарівського комплексу. Принаймні, це стосується гранітних масивів у басейні річок Кальміус і Грузький Єланчик (Кальміуський та Єланчицький масиви). Вони ж розкриваються і в Дмитрівському кар'єрі (Волноваський район). Власне, через це пропонується виділити ці гранітоїди в окремий кальміуський комплекс [Субщелочной..., 2010]. Для цих гранітоїдів характерні високозалісті біотити та амфіболи (рогові обманки) [Субщелочной..., 2010], які часто утворюють скупчення (сегрегації) розміром до перших сантиметрів. До цих сегрегацій приурочені виділення апатиту, ільменіту та циркону.

Змінени граніти подібного типу було виявлено на одному з профілів, пробурених через габро-піроксенітовий масив Покрово-Кириївської структури (останню ми називаємо в подальшому Покрово-Кириївським масивом, виділяючи в ньому менші масиви габро-піроксенітів та лужних порід – маліньїтів та ювітів). Потужність гранітного тіла, що залягає серед масиву сублужних габро-піроксенітів, сягає 40 м. Це гранітне тіло ніби затиснене між основними та ультраосновними породами і перетинається численними дайками (із зонами загартування) переважно сублужних габроїдів (рис. 1), подібних або аналогічних за складом до сублужних добре розкристалізованих габро, які разом з піроксенітами оточують це гранітне тіло. Рідше трапляються дайки ультраосновного (пікритового) або середнього складу. Хімічний склад та петрографічну характеристику цих дайкових порід наведено у роботі [Фанерозойский..., 2015]. Розташоване між габро та піроксенітами гранітне тіло можна назвати «макроксенолітом», або, як це вживається іноді в петрологічній літературі за подібних ситуацій, терміном «риф». Цей «макроксеноліт» граніту перетинається вказаними дайками практично через кожні 10-12 м. В інтервалі 220 м було зафіксовано 17 дайок, головні з них показані на рис. 1. Можливо, цей макроксеноліт зміненого граніту являє собою фрагмент гранітного «апендиксу», що відга-

лужується від головного тіла гранітів, як це показано на одній з геологічних схем [Бутурлинов, 1979], і вклинюється з півночі в габро-піроксенітовий масив (рис. 2).



**Рис. 2.** Схема геологічної будови Покрово-Кириївського масиву за [Базит-гипербазитовый..., 1973]

1 – нижньокам'яновугільні відклади; 2 – маліньїти, нефелінові сієніти (ювіти); 3 – вулканічні брекчії з уламками лужних порід; 4 – піроксеніти та габроїди; 5 – трахіти; 6 – андезити і трахіандезити; 7 – базальти та базальтоїди; 8 – докембрійські граносієніти і граніти

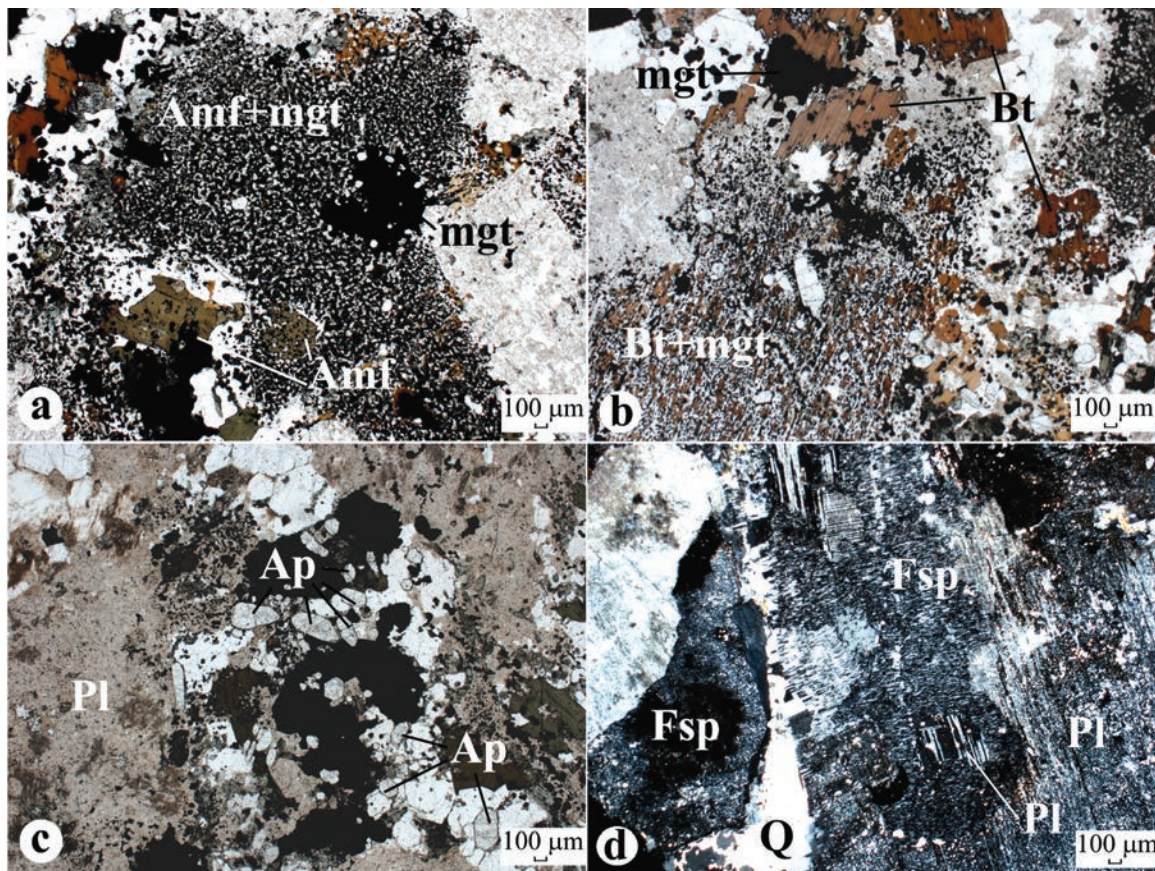
**Fig. 2.** Scheme of the geological structure Pokrovo-Kyryiv massif [Базит-гипербазитовый..., 1973]

1 – early carboniferous deposits; 2 – malinyits, nepheline syenites (yuvity); 3 – volcanic breccia with fragments of alkaline rocks; 4 – pyroxenites and gabbroid; 5 – trachyte; 6 – andezits and trachiandezits; 7 – basalts and bazaltoids; 8 – precambrian grano-syenites and granites

### Текстурно-структурні особливості та мінеральний склад перетворених гранітоїдів

Гранітоїди представлені крупнозернистими, нерівномірноюзернистими кварц-польовошпатовими породами з характерною плямистою текстурою. Співвідношення салічних мінералів у породі за даними нормативних розрахунків (%): альбіт – 26-46, кварц – 15-23, КПШ – 17-31, тобто кислий плагіоклаз переважає над КПШ. «Плями» фермічних мінералів розміром 0,2-1,5 см складаються дрібнозернистим агрегатом – магнетитом та амфіболом (рис. 3, а) чи магнетитом та слюдистим

біотитоподібним мінералом (рис. 3, б). Загальна кількість біотиту та амфіболу у породі не перевищує 5%. В цих агрегатах часто фіксуються численні ідіоморфні некрупні (0,1-0,4 мм по видовженню) кристали апатиту (рис. 3, с), рідше – голчасті видовжені зерна розміром до 0,6 мм. Магнетит присутній в гранітах як у вигляді мікрозерен, що зростаються з амфіболом та слюдою, пойкилітових включень в крупних зернах амфіболу та слюди, так і у вигляді окремих зерен середнього розміру (0,4-0,7 мм) неправильної форми, ксеноморфних відносно інших мінералів. Кількість магнетиту в окремих шліфах перевищує 10%.



**Рис. 3.** Структурні та мінералогічні особливості перетворених гранітоїдів: а – «плями» фермічних мінералів, які складаються дрібнозернистим агрегатом магнетиту та амфіболу, б – магнетиту та біотитоподібної слюди (селадоніту), с – видовжені зерна апатиту, д – мікроклін-пертити з включеннями здвійникованого плагіоклазу (а-с – наскрізне світло, d – ніколі схрещені). Умовні позначення: Amf – амфібол, mgt – магнетит, Bt – біотитоподібна слюда (селадоніт), Ap – апатит, Pl – плагіоклаз, Fsp – калішпат, Q – кварц

**Fig. 3.** The textural and mineralogical peculiarities of alliterated granitoids: a – "spots" of ferromagnesian minerals, that consist of fine-crystalline magnetite and amphibole, b – magnetite and biotite-like micas (celadonite), c – elongated grains of apatite, d – microcline perthites with inclusions of plagioclase twinned crystals (a-c – through-light, d – crossed Nicols). Legend: Amf – amphibole, mgt – magnetite, Bt – biotite-like mica (celadonite), Ap – apatite, Pl – plagioclase, Fsp – K-feldspar, Q – quartz

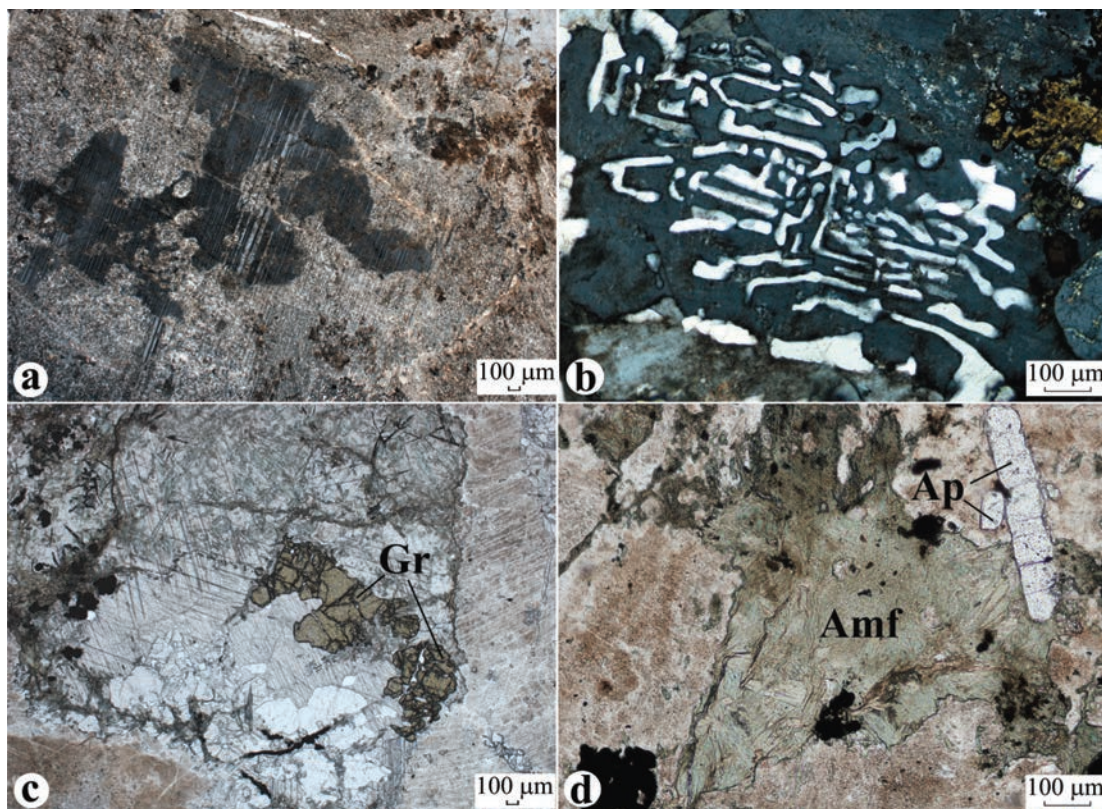
Також у породі трапляються поодинокі, часто ідіоморфні зерна епідоту, присутній хлорит (менше 1%), який розвивається по біотитоподібній слюді, карбонат (менше 1%), окремі зерна цоїзиту та циркону. Кількісні співвідношення фермічних силікатів і магнетиту приблизно 3:1 або 1:1. Схоже на те, що апатиту в гранітоїдах Покрово-Кириївського масиву трохи більше, ніж у вихідних незмінених гранітах і граносієнітах басейну р. Кальміус (район Петрово-Гнутівського рідкісноземельного рудопояву) та кар'єру в с. Дмитрівка (Волноваський район).

Крім дрібнозернистих амфіболу та слюди, що зростається з магнетитом, у породі ділянками спостерігаються крупні (до 1-2 мм) таблитчасті зерна густозабарвленого в зелених і тютюново-зелених відтінках амфіболу (рис. 3, а) та темно-коричневого біотитоподібного селадоніту (рис. 3, б), які, мож-

ливо, є реліктовими від вихідного граніту. При цьому дрібнозернистий амфібол має блідо-зелене або синювато-зелене забарвлення.

Плагіоклаз представлений крупними зернами неправильної форми, найчастіше «запилений» дрібними лусочками серициту, а ділянками альбітизований, іноді зональний, де центральна частина менш серицитизована, ніж крайова, в ній спостерігаються тонкі полісинтетичні, іноді «висячі» двійники (рис. 4, а). За своїм хімічним складом він відповідає майже чистому альбіту.

Калішпат різною мірою пелітизований, утворює крупні зерна неправильної форми з нечастими пертитами, іноді з неявними елементами мікроклінової ґратки (рис. 3, d). Також у зернах калішпату трапляються звивисті проростання кварцу, які утворюють гранофірову структуру (рис. 4, b).



**Рис. 4.** Мінерали змінених гранітів: а – тонкі полісинтетичні двійники в центральній частині зерна плагіоклазу, б – фрагменти гранофірової структури – проростання кварцу в калішпаті, с – метасоматичні гранат (Gr) (с) та синювато-зелений радіально-променистий амфібол (d) (а-б – ніколи схрещені, с-d – наскрізне світло)

**Fig. 4.** Minerals of altered granites: a – thin polysynthetic twins in the center of plagioclase grain, b – fragments of granophyric texture – intergrow of quartz in K-feldspar, c – metasomatic garnet (Gr) (c) and blue-green radial fibrous amphibole (d) (a-b – crossed Nicols, c-d – through-light)

Кварц представлений скупченнями ксеноморфних прозорих зерен різного розміру, неправильної форми зі звивистими обрисами. Він частіше виповнює міжзерновий простір серед крупних зерен плагіоклазу та калішпату.

На контакті з дайкою ультраосновного складу як результат метасоматичного впливу в граніті з'являються окремі зерна гранату неправильної форми, що мають жовтуватий колір у наскрізному світлі (рис. 4, с). Гранат трапляється в оточенні карбонату, кількість якого в граніті збільшується. Також у метасоматично зміненому граніті з'являються крупні скупчення блідо-зеленого, синювато-

зеленого радіально-променистого амфіболу (рис. 4, d). Як показують мікрозондові аналізи, новоутворений амфібол відповідає за складом майже чистому магnezіальному актиноліту або дещо збагаченому натрієм актиноліту (0,22 ф.о. Na) (табл. 1). Можливо, є більш лужні (синюваті) амфіболи, які не потрапили в шашку для мікрозондових досліджень.

У той же час серед мікрозондових аналізів дрібнозернистої слюди діагностується мінерал, який можна віднести до магnezіально-алюмінієвого селадоніту (табл. 2) [Ricder et al., 1998], хоча в цих аналізах дещо підвищений вміст CaO, що, очевидно, зумовлено наявністю зростків дрібного кальциту.

**Таблиця 1.** Хімічний склад амфіболу сублужних гранітів (зр. 34-180,3)

**Table 1.** Chemical composition of amphibole from subalkaline granites (sample 34-180,3)

| № п/з   | № точки | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | MnO  | MgO   | CaO   | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|---|---------|------------------|------------------|--------------------------------|-------|------|-------|-------|-------------------|------------------|--------------------------------|
| 1   | 52      | 55,94            | 0,13             | 0,86                           | 12,24 | 0,28 | 16,54 | 13,49 | 0,43              | 0,04             | 0,05                           |
| 2   | 56      | 56,60            | 0,05             | 1,19                           | 11,73 | 0,25 | 16,64 | 12,63 | 0,73              | 0,15             | 0,04                           |
| 3   | 60      | 56,65            | 0,07             | 1,23                           | 12,45 | 0,1  | 16,53 | 12,11 | 0,72              | 0,13             | 0,00                           |
| 4   | 64      | 56,71            | 0,00             | 0,88                           | 10,49 | 0,13 | 18,4  | 13,03 | 0,18              | 0,19             | 0,00                           |
| 5   | 73      | 56,23            | 0,12             | 1,69                           | 11,78 | 0,00 | 16,39 | 12,81 | 0,81              | 0,10             | 0,08                           |
| 6   | 74      | 56,77            | 0,07             | 1,35                           | 11,02 | 0,19 | 17,48 | 12,51 | 0,56              | 0,05             | 0,00                           |
| 7   | 75      | 55,05            | 0,00             | 2,82                           | 11,85 | 0,19 | 16,36 | 12,94 | 0,50              | 0,29             | 0,01                           |
| Кількість катіонів у розрахунку на 13 (Si+Ti+Al+Fe+Mn+Mg)<br>Number of cations per 13 (Si+Ti+Al+Fe+Mn+Mg) |         |                  |                  |                                |       |      |       |       |                   |                  |                                |
| № п/з   | № точки | Si               | Ti               | Al                             | Fe    | Mn   | Mg    | Ca    | Na                | K                | Fe/Fe+Mg                       |
| 1   | 52      | 7,89             | 0,02             | 0,14                           | 1,44  | 0,03 | 3,47  | 2,04  | 0,12              | 0,01             | 0,293                          |
| 2   | 56      | 7,93             | 0,01             | 0,19                           | 1,35  | 0,03 | 3,48  | 1,90  | 0,19              | 0,03             | 0,285                          |
| 3   | 60      | 7,90             | 0,01             | 0,20                           | 1,45  | 0,01 | 3,43  | 1,81  | 0,19              | 0,03             | 0,297                          |
| 4   | 64      | 7,84             | 0,00             | 0,15                           | 1,21  | 0,02 | 3,79  | 1,93  | 0,05              | 0,03             | 0,243                          |
| 5   | 73      | 7,90             | 0,01             | 0,28                           | 1,38  | 0,00 | 3,43  | 1,92  | 0,19              | 0,03             | 0,288                          |
| 6   | 74      | 7,88             | 0,01             | 0,23                           | 1,28  | 0,03 | 3,62  | 1,86  | 0,15              | 0,01             | 0,261                          |
| 7   | 75      | 7,72             | 0,00             | 0,45                           | 1,39  | 0,03 | 3,42  | 1,94  | 0,13              | 0,04             | 0,289                          |

**Таблиця 2.** Хімічний склад біотитоподібних слюд (селадонітів) сублужних гранітів (зр. 34-180,3)

**Table 2.** Chemical composition of micas (seladonites) from subalkaline granite (sample 34-180,3)

| № п/з   | № точки | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | MgO  | CaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|---|---------|------------------|------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|------------------|--------------------------------|
| 1   | 53      | 61,08            | 0,42             | 13,40                          | 4,35 | 0,00 | 4,72 | 3,90 | 0,57              | 11,47            | 0,08                           |
| 2   | 54      | 62,45            | 0,77             | 18,10                          | 1,51 | 0,00 | 2,15 | 2,16 | 0,60              | 12,25            | 0,00                           |
| Кількість катіонів у розрахунку на 4Si<br>Number of cations per 4Si |         |                  |                  |                                |      |      |      |      |                   |                  |                                |
| № п/з   | № точки | Si               | Ti               | Al Ф                           | Fe   | Mn   | Mg   | Ca   | Na                | K                | Fe/Fe+Mg                       |
| 1   | 53      | 4,00             | 0,02             | 1,03                           | 0,24 | 0,00 | 0,46 | 0,28 | 0,07              | 0,96             | 0,256                          |
| 2   | 54      | 4,00             | 0,04             | 1,37                           | 0,08 | 0,00 | 0,21 | 0,15 | 0,08              | 1,00             | 0,301                          |

Гранат виявився практично чистим андрадитом (табл. 3), вважаючи на майже відсутність в гранаті  $Al_2O_3$ . Варто зазначити, що андрадит є характерним мінералом фельдшпатоїдних сієнітів зіркоського комплексу південно-східного Приазов'я, також він фіксується в піроксенітах та шонкінітах [Фанерозойский..., 2015]. В нашому випадку андрадитовий гранат є продуктом метасоматичного впливу дайкових порід на граніти.

Тобто ми можемо припускати реакції заміщення вихідного залізистого амфіболу (рогової обманки) агрегатом, який складається переважно з актиноліту та магнетиту з домішкою альбіту і кварцу. Водночас первинний, також залізистий біотит, заміщується агрегатом Mg-Al-селадоніту і магнетиту.

Можливо, що в результаті утворення чистого андрадиту використовується та частина заліза, яка вивільнилася під час заміщення первинних залізистих рогової обманки і біотиту і не реалізувалася в новоутворених актиноліті та селадоніті.

Крім того, під час мікрозондових досліджень було виявлено глиноземистий ортит, походження якого не зовсім з'ясовано. Цей мінерал може бути як новоутвореним, так і реліктовим. Оскільки його мало, то він не відіграє помітної ролі в балансі речовини в процесі перетворення гранітів.

### Петрохімічні особливості перетворених гранітів Покрово-Київського масиву

За вмістом кремнезему та лугів перетворені граніти потрапляють в поля кварцових сієнітів (табл. 4, № п/з 1, 5-9), трахіандезитів (те ж, 2, 3) та сублужних сієнітів (те ж, 4). Це можна пояснити досить високим вмістом у породах магнетиту, який «знижує» кількість  $SiO_2$ . Також за підвищеною кількістю FeO,  $Fe_2O_3$ , MnO, MgO та  $P_2O_5$  граніти, що досліджуються, більш схожі на сієніти Приазов'я [Субщелочной..., 2010], а за вмістом  $TiO_2$  навіть значно перевищують цей показник для сієнітів та граносієнітів. Ці особливості хімічного складу пояснюються гібридною природою гранітів, а саме – підвищеним вмістом фемічних мінералів, а також їхнім специфічним складом (селадоніт, андрадит). Вміст  $Al_2O_3$  в перетворених гранітах від 13,22 до 15,65% – невисокий, як для граніту, але вищий за значення цього елемента (оксиду) для гранітів Кальміуського та Єланчицького масивів (табл. 4). За вмістом лугів 7,47-8,68% граніти належать до сублужних утворень, тільки одна з проб за вмістом лугів потрапляє до нормального ряду (6,16%). За типом лужності граніти належать до K-Na-серії з відношенням  $Na_2O/K_2O$  від 0,63 до 1,96. Як зазначалося вище, згідно з нормативними розрахунками, в усіх гранітах плагіоклаз переважає над калішпатом та кварцом. За значенням коефіцієнта агпаїтності (ag) змінені граніти є схожими на інші граніти Приазов'я.

**Таблиця 3.** Хімічний склад гранату із сублужних гранітів (зр. 34-180,3)

**Table 3.** Chemical composition of garnet from altered granites (sample 34-180,3)

| № п/з   | № точки | $SiO_2$ | $TiO_2$ | $Al_2O_3$ | FeO   | MnO  | MgO  | CaO   | $Na_2O$  | $K_2O$ | $Cr_2O_3$ |
|---|---------|---------|---------|-----------|-------|------|------|-------|----------|--------|-----------|
| 1   | 65      | 37,63   | 0,05    | 0,49      | 27,71 | 0,06 | 0,00 | 34,00 | 0,00     | 0,03   | 0,02      |
| 2   | 66      | 35,81   | 0,13    | 0,05      | 29,07 | 0,00 | 0,23 | 34,52 | 0,00     | 0,07   | 0,12      |
| 3   | 67      | 37,23   | 0,25    | 0,08      | 28,32 | 0,00 | 0,00 | 33,95 | 0,01     | 0,17   | 0,00      |
| 4   | 68      | 35,91   | 0,00    | 0,23      | 29,74 | 0,00 | 0,03 | 34,01 | 0,00     | 0,04   | 0,03      |
| 5   | 69      | 36,99   | 0,00    | 0,10      | 28,12 | 0,00 | 0,09 | 34,68 | 0,00     | 0,00   | 0,01      |
| Кількість катіонів у розрахунку на 8 (Si+Ti+Al+Fe+Mn+Mg+Ca)<br>Number of cations per 8 (Si+Ti+Al+Fe+Mn+Mg+Ca) |         |         |         |           |       |      |      |       |          |        |           |
| № п/з   | № точки | Si      | Ti      | Al        | Fe    | Mn   | Mg   | Ca    | Fe/Fe+Mg |        |           |
| 1   | 65      | 3,08    | 0,00    | 0,05      | 1,99  | 0,00 | 0,00 | 2,98  | 1,00     |        |           |
| 2   | 66      | 2,93    | 0,01    | 0,00      | 1,99  | 0,00 | 0,05 | 3,03  | 0,98     |        |           |
| 3   | 67      | 3,03    | 0,02    | 0,00      | 1,94  | 0,00 | 0,00 | 2,98  | 1,00     |        |           |
| 4   | 68      | 2,95    | 0,00    | 0,02      | 2,04  | 0,00 | 0,00 | 2,99  | 1,00     |        |           |
| 5   | 69      | 3,03    | 0,00    | 0,00      | 1,92  | 0,00 | 0,00 | 3,04  | 1,00     |        |           |





Звичайно, ці реакції є досить спрощеними, але вони відображають процес перетворення головних фемічних мінералів, а також утворення магнетиту, альбіту, кварцу і кальциту. Як видно з реакції (1) та наявності в змінених гранітах кальциту (вкрапленість, гнізда), процес новоутворення актиноліту може відбуватися з участю CO<sub>2</sub>, джерелом якого є, очевидно, основні магми (з яких кристалізувалися сублужні габро, піроксеніти та дайкові габроїди). Як відомо, CO<sub>2</sub> є характерним летким компонентом основних та лужних магм. З інтрузивних

габро та піроксенітів могли також частково мігрувати в навколишні гранітоїди залізо та магній. Як видно з хімічних аналізів порід (табл. 4), у змінених гранітоїдах зменшується вміст SiO<sub>2</sub> і збільшується кількість FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO порівняно з типовими гранітами Кальміуського та Єланчицького масивів (табл. 4).

Можливо, що саме сублужний характер базитових магм зумовив такі досить специфічні перетворення вміщувальних гранітів в екзоконтактовому ореолі інтрузій титанавгітових піроксенітів та габро порід.

## Список літератури/ References

1. *Базит-гипербазитовый* магматизм и минерация Восточно-Европейской платформы / под ред. В.И. Гоншакowej. – М.: Недра, 1973. – 296 с.  
*Mafic-ultramafic* magmatism and metallogeny of the East European platform. (Ed. V.I. Gonshakova). Moscow: Nedra: 1973, 296 p. (in Russian).
2. *Бутурлинов Н.В.* Магматизм грабенообразных прогибов юга Восточно-Европейской платформы в фанерозое: автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. – Киев, 1979. – 52 с.  
*Buturlinov, N.V.*, 1979. Magmatism of graben-like depressions in the south of the East European platform in Phanerozoic. Abstr. Dr. of geol.-mineral. sci., Kiev, 52 p. (in Russian).
3. *Кривдик С.Г., Возняк Д.К., Шаригін В.В., Дубина О.В.* Мінерали лужних порід України // Зап. Укр. мінерал. т-ва. – 2012. – Т. 9. – С. 7-34.  
*Kryvdik S.G., Wozniak D.K., Sharyhin V.V., Dubyna O.V.*, 2012. Minerals from alkaline rocks of Ukraine. *Zapysky Ukrainskogo Minerologichnogo Tovarystva*, vol. 9, p. 7-34 (in Ukrainian).
4. *Кривдик С.Г., Цымбал С.Н., Раздорозный В.Ф.* Палеозойские щелочные породы Восточного Приазовья (Украинский щит) // Минерал. журн. – 2006. – Т. 28, № 2. – С. 5-40.  
*Kryvdik S.G., Tymbal S.N., Razdorozhny V.F.*, 2006. Alkaline rocks from East Azov area (Ukrainian Shield). *Mineralogicheskij Zhurnal*, vol. 28, № 2, p. 5-40 (in Russian).
5. *Субщелочной докембрийский* магматизм и тектоно-геофизические особенности Восточного Приазовья Украинского щита / Е.М. Шеремет, С.Г. Кривдик, П.И. Пигулевский. – Донецк: Ноулидж, 2010. – 289 с.  
*Subalkaline* Precambrian magmatism and tectono-geophysical features of East Azov area from Ukrainian Shield / *E.M. Sheremet, S.G. Kryvdik, P.I. Pigulevsky.* – Donetsk: Noulidzh, 2010, 289 p. (in Russian).
6. *Фанерозойский* магматизм восточного Приазовья Украинского щита и связанные с ним полезные ископаемые (петрология, геохимия и рудоносность) / Е.М. Шеремет, С.Г. Кривдик, Н.А. Козар и др. – Киев: ЦП «Компринт», 2015. – 318 с.  
*Phanerozoic* magmatism of Eastern Asov area of Ukrainian Shield and related commercial minerals (petrology, geochemistry and ore potential) / *E.M. Sheremet, S.G. Kryvdik, N.A. Kozar, S.N. Strezkozov, N.V. Vovkotrub, L.D. Setaya, I.U. I. Yu. Nikolaev, N.G. Agarkova, A.V. Dubina, V.A. Gatsenko, E.S. Lunjov.* Kiev: Comprint, 2015, 318 p. (in Russian).
7. *Ricder M., Cavazzini G., D'yakonov Y.S. et al.* Nomenclature of the micas // *Can. Miner.* – 1998. – Vol. 36. – P. 41-48.  
*Ricder M., Cavazzini G., D'yakonov Y.S., Frank-Kamenetsii V.A., Gottrdi G., Guggenheim S., Koval' P.W., Moller G., Neiva A.M. R., Radoslovich E.W., Robert J.-L., Sassi F.P., Takeda H., Weiss Z. and Wones D.R.*, 1998. Nomenclature of the micas. *Can. Miner.*, vol. 36, p. 41-48 (in English).

Стаття надійшла  
16.02.2016