

## МІНЕРАЛОГІЯ, ГЕОХІМІЯ ТА ПЕТРОГРАФІЯ

УДК 55(477)+551.22+552.3+550.4

О. Митрохин, д-р геол. наук, проф.

E-mail: mitrokhin.a.v@yandex.ua.

А. Омельченко, канд. геол. наук, інж.

E-mail: alnika@ukr.net.

Т. Митрохина, канд. геол. наук, мол. наук. співроб.

E-mail: tanussa@ukr.net

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна,

В. Гаценко, канд. геол. наук, докторант, ст. наук. співроб.

E-mail: vera.gatsenko@ukr.net

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М. П. Семененка НАН України

пр. Акад. Палладіна, 34, м. Київ, 03680, Україна,

Є. Вишневська, канд. геол. наук, пров. геолог

E-mail: genyishnevskia@mail.ru.

КП "Кіровогеологія", вул. Кіквідзе, 8/9, м. Київ, 01103, Україна,

І. Михальченко, канд. геол. наук, ст. наук. співроб.

E-mail: alcoldan@i.ua

Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України

пр. Акад. Палладіна, 34, а, м. Київ, 03680, Україна

### ПОСТМАГМАТИЧНІ ЗМІНИ В ПОРОДАХ ДОЛЕРИТ-ДІАБАЗОВОЇ ФОРМАЦІЇ НОВОУКРАЇНСЬКОГО ДАЙКОВОГО ПОЛЯ (ІНГУЛЬСЬКИЙ МЕГАБЛОК УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА)

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В. М. Гулієм)

Автори дослідили гірські породи Новоукраїнського дайкового поля (НДП), які раніше були ідентифіковані ними як гіпабісальні представники палеопротерозойської долерит-діабазової формації (ДДФ) – палеоаналога континентальних платобазальтів фанерозою. Укорінення дайок ДДФ відбувалося в часовому проміжку між формуванням гранітоїдів новоукраїнського комплексу (2,03–2,04 млрд р.) та інтрузіями аортозит-рапаківігранітної асоціації Корсунь-Новомиргородського плутону (1,74–1,76 млрд р.). З'ясовано, що, крім звичайних для ДДФ кайнотипних олівінових долеритів і габро-долеритів, серед досліджуваних дайкових порід трапляються й їхні палеотипні аналоги – діабазы та габро-діабазы, які різною мірою зазнали низькотемпературних постмагматичних змін. Такі зміни мають локальний навколотріщинний характер і відбувалися за умов сталого об'єму, що забезпечило добре збереження реліктових структур на тлі широкого розвитку псевдоморфоз по первинно-магматичним мінералам. Первинні плагіоклази, а також мафічні та Fe-Ti-оксидно-рудні мінерали виявляють різний ступінь стійкості до постмагматичних перетворень. Найбільш стійким виявився ільменіт, що наочно підтверджує хімічну інертність титану та неможливість його промислового нагромадження за постмагматичних змін такого типу. Інші породотвірні мінерали за зменшенням ступеня стійкості формують такий ряд: плагіоклаз – клінопіроксен – титаномagnetит – олівін. Найхарактерніші постмагматичні перетворення – актинолітизація мафічних мінералів, а також серицитизація та пренітизація плагіоклазів обумовлені низькотемпературними гідротермально-метасоматичними процесами. Metасоматоз супроводжувався помітним приєнсенням водного флюїду та винесенням Si на тлі інертної поведінки Na та K, що не дає підстав пов'язувати вивчені постмагматичні перетворення з розвиненими в регіоні проявами лужно-натрієвого метасоматозу.

**Ключові слова:** постмагматичні зміни, метасоматоз, дайкові породи, Інгульський мегаблок, Український щит.

**Постановка проблеми.** Серед дайкових утворень Інгульського мегаблока (ІМБ) Українського щита (УЩ) широко розповсюджені кайнотипні олівінові долерити та габро-долерити нормального ряду лужності. За умовами залягання, мінералого-петрографічними та геохімічними ознаками вони ідентифікуються як гіпабісальні представники палеопротерозойської долерит-діабазової формації (ДДФ), що є палеоаналогом континентальної плато-базальтової (трапової) асоціації фанерозою. Вік укорінення ДДФ ІМБ визначається за непрямыми геологічними даними. Зокрема, дайки ДДФ інтродують Новоукраїнський плутон (НУП – 2,03–2,04 млрд р.), що визначає нижню вікову межу їхнього вкорінення. Верхня вікова межа визначається за відсутністю дайок ДДФ у розташованому поруч з НУП Корсунь-Новомиргородському плутоні (КНП – 1,74–1,76 млрд р.). Вікові співвідношення ДДФ з лужними натрієвими метасоматитами ( $1,80 \pm 0,03$  млрд р.), широко розповсюдженими на площі НУП, досі є предметом дискусії. Зважаючи на виявлену в таких метасоматитах U, Th, TR, Sc, V мінералізацію, з'ясування геологічних співвідношень між дайками ДДФ і метасоматитами може мати не лише наукове, а й прикладне значення.

**Аналіз попередніх досліджень.** Незважаючи на те, що дайкові породи ІМБ досліджуються вже більше ста років [8], постмагматичним змінам у них приділялося недостатньо уваги. Головною причиною цього є звичайна

для дайкових порід мікрокристалічна будова, що значно ускладнює дослідження під поляризаційним мікроскопом. Причому саме для вторинних мінералів властивий найбільш дрібний розмір мінеральних індивідів, часто зібраних у складні мікрокристалічні та полімінеральні агрегати. Не дивно, що за винятком поодиноких сучасних робіт, присвячених речовинному перетворенню діабазових дайок в ореолі апогранітних лужних натрієвих метасоматитів Апрельської ділянки НУП [4, 6], більшість авторів обмежується доволі стислими даними про постмагматичні зміни дайкових порід ІМБ. Що стосується ДДФ, то її представників серед дайкових утворень ІМБ було виділено лише нещодавно [2]. Тому наразі з достатньою деталісттю вивчені лише кайнотипні відміни олівінових долеритів і габро-долеритів цього формаційного типу [3]. Дана робота певною мірою компенсує цей недолік.

Досліджуючи геологічні, мінералого-петрографічні та геохімічні особливості постмагматичних змін у дайкових породах ДДФ, автори ставили метою виявити можливий зв'язок таких змін з проявами лужного натрієвого метасоматозу, які є широко розвиненими на площі НУП.

**Фактичний матеріал і методологія досліджень.** Автори дослідили дайкові породи Новоукраїнського дайкового поля (НДП), які раніше були ідентифіковані ними як гіпабісальні представники ДДФ. НДП становить північно-західну частину Бобринецького дайкового поясу.

Останній розташований в південній частині ІМБ і простягається в північно-західному напрямку на відстань більше 100 км уздовж лінії населених пунктів Новий Буг – Бобринець – Новоукраїнка – Глодоси, розташованих на території Миколаївської та Кіровоградської областей України. Зразки для досліджень були відібрані зі скороченого керна свердловин, пробурених КП "Кіровгеологія" на площі НДП у районі населених пунктів Новоукраїнка, Кам'яний міст, Сотницька Балка та Тарасівка Кіровоградської області. Мікроскопічні дослідження виконано в ННІ "Інститут геології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка та в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України (ІГМР). Для попереднього вивчення прозорих і прозоро-полірованих шліфів у прохідному та відбитому світлі використано поляризаційні мікроскопи "Полам РП-1" та "Nikon eclipse LV100Pol" з приставками для мінерографічних досліджень. Подальшу уточнювальну діагностику мікрокристалічних агрегатів вторинних мінералів, визначення рудної та акцесорної мінералізації, а також вивчення хімізму породотвірних мінералів виконано в

лабораторії ННІ "Інститут геології" на растровому електронному мікроскопі-мікроаналізаторі РЕММА-202 з енергодисперсійним рентгенівським спектрометром "Link systems". Валовий хімічний склад порід визначався методами "мокрої" хімії в лабораторії ІГМР.

**Отримані результати.** Виконані дослідження продемонстрували доволі значне поширення дайкових порід ДДФ на площі НДП. За інтенсивністю розвитку постмагматичних змін серед них розрізняються як кайнотипні, так і палеотипні різновиди. Зокрема, практично незмінні кайнотипні долерити та габбро-долерити виявлені в керні свердловин 6197, 6201, 6183, 6184, 6186, 6188, 6193. Найбільш розповсюдженими серед них є олівінові габбро-долерити. Це масивні повнокристалічні породи із середньозернистою офітовою структурою, що на окремих ділянках керна переходить у крупнозернисту. Їхніми головними первинно-магматичними мінералами є плагіоклаз  $Ap_{32-75}$  – 41–68 %, клінопіроксен  $Wo_{6-42}En_{26-57}$  – 10–19 % та олівін  $Fo_{24-79}$  – 7–14 %. Звичайні другорядні мінерали досліджуваних габбро-долеритів – ільменіт  $Ilm_{84-94}Hem_{3-14}Pu_{1-3}$  і титаномagnetит  $Mt_{50-70}Usp_{20-50}$ , сумарний вміст яких становить 3–8 % (табл. 1).

Таблиця 1. Мінеральний склад дайкових порід НДП

Породи	Кайнотипні габро-долерити			Палеотипні габро-діабази		
Свердловини	6184	6186	6193	74Ф	5814	6184
Глибина, м	175–179	46–59	220–249	550,5	366–379	179–187
Площа шліфа, мм <sup>2</sup>	380	376	487	498	429	370
<b>Вміст, об'ємні %</b>						
Плагіоклаз	67,6	60,5	57,5	42,9	44,8	64,1
Піроксен	9,5	18,1	15,0	17,0	–	7,8
Олівін	7,4	12,3	13,1	–	–	–
Fe-Ti оксиди	3,4	2,8	2,9	3,5	7,0	5,4
Гранофір	2,4	1,7	<0,1	-	0,8	1,0
Вторинні мінерали	9,7	4,6	10,9	36,6	47,4	21,7

Характерними акцесорними мінералами є апатит, циркон і бадделейт. Практично завжди в габро-долеритах присутні кварц-калішпатові гранофірові агрегати, вміст яких може становити 1–7 %. Як правило, вони локалізуються в інтерстиціях плагіоклазів та обумовлюють розкиснення останніх у суміжній з гранофіром периферійній частині аж до олігоклазу і навіть альбіту. Спорадично в габро-долеритах трапляється реакційний біотит. По первинно-магматичних мінералах у незначних кількостях можуть розвиватися вторинні променисті амфіболи, гід-

рослюди, хлорит, тальк, магнетит, кальцит, барит та анкерит. Напевно, вторинне походження мають і деякі з рудних мінералів – піротин, пірит, халькопірит і сфалерит, які зустрічаються в акцесорних кількостях. Представницькі хімічні аналізи кайнотипних олівінових габро-долеритів НДП наведено в табл. 2. Вміст  $SiO_2$  в них варіює в діапазоні 48–49 %. Це основні породи нормального ряду лужності із сумарним вмістом  $Na_2O + K_2O$  3,1–3,4 %. Відношення  $Al_2O_3/FeO^* + MgO$  (0,75–0,83),  $FeO^*/MgO$  (1,61–2,2) та  $K_2O/Na_2O$  (0,19–0,35) в них відповідають помірно-глиноземистим різновидам толейтової серії.

Таблиця 2. Хімічний склад дайкових порід НДП

Породи	Кайнотипні габро-долерити			Палеотипні габро-діабази		
Свердловини	6184	6186	6193	74Ф	5814	6184
Глибина, м	175–179	46–59	220–249	550,5	366–379	179–187
<b>Вміст, вагові %</b>						
$SiO_2$	48,02	48,93	48,35	46,35	47,44	46,61
$TiO_2$	1,40	1,46	1,40	1,51	1,69	1,46
$Al_2O_3$	15,22	15,28	15,51	14,94	15,96	15,28
$Fe_2O_3$	4,49	1,47	0,57	1,09	4,25	2,45
FeO	8,93	11,37	11,37	11,13	7,78	9,42
MnO	0,15	0,17	0,2	0,20	0,17	0,18
MgO	7,28	5,76	7,36	7,44	6,04	6,56
CaO	9,30	9,39	9,74	11,34	9,07	9,07
$Na_2O$	2,60	2,50	2,60	2,20	2,69	2,60
$K_2O$	0,50	0,88	0,5	0,70	0,78	0,56
$P_2O_5$	0,11	0,12	0,09	0,19	0,12	0,16
$SO_3$	0,10	0,10	0,08	0,04	0,03	0,08
$H_2O$	0,39	0,33	0,27	0,23	0,69	0,74
ВГП	1,09	2,08	1,67	2,17	2,85	4,53
Сума	99,58	99,84	99,71	99,53	99,56	99,70

Крім звичайних для ДДФ кайнотипних долеритів та габро-долеритів, серед досліджуваних дайкових порід НДП наявні й їхні палеотипні аналоги – діабази та габро-

діабази, які різною мірою підлягають постмагматичним перетворенням. Зокрема, діабази та габро-діабази виявлені в керні свердловин 74ф (538,0–554,9 м), 5814 (366–

379 м), 6135 (586–598 м), 6155 (163–186 м), 6179 (119–165 м), 6184 (179–187 м) та 6193 (211–220 м). Найбільш розповсюджені серед палеотипних представників ДДФ НДП габро-діабази. Від своїх кайнотипних аналогів – габро-долеритів – вони відрізняються значним розвитком низькотемпературних вторинних мінералів, які частково або повністю заміщують первинні плагіоклази, піроксени та олівіни (див. табл. 1). При цьому порода практично завжди зберігає реліктову офітову структуру (рис. 1), що, разом зі звичайним розвитком псевдоморфоз по первинно-магматичних мінералах може свідчити про сталість об'єму в процесі постмагматичних перетворень. Важливо відмітити, що у двох дайкових тілах, розкритих свердловинами 6184 та 6193, кайнотипні й палеотипні представники ДДФ залягають практично поруч і, вочевидь, поступово переходять один в одного, що наочно доводить локальність прояву постмагматичних змін. Найбільш вірогідним є зв'язок таких змін з тектонічно ослабленими зонами підвищеної тріщинуватості, що контролюються розривними порушеннями. Досліджуючи зразки з різним ступенем змінення, можна з'ясувати загальну спрямованість і послідовність постмагматичних перетворень.

Найменш стійким первинним мінералом виявляється олівін, який навіть у кайнотипних габро-долеритах по тріщинах та у периферійній частині зерен починає заміщуватися магнетит-тальковим агрегатом. У найменш змінених зразках габро-діабазів маємо повні псевдоморфози по

олівіну, які складені тальк-магнетитовим агрегатом (див. рис. 1). У подальшому по таких псевдоморфозах розвивається актиноліт. Спочатку окремі голочки актиноліту тяжіють до меж апоолівінових псевдоморфоз з клінопіроксеном, по якому також розпочинається актинолітизація. Надалі ж апоолівінові псевдоморфози повністю заміщуються сплутано-волокнистим агрегатом актиноліту. Тальк з магнетитом при цьому зникають, натомість звичайною стає мікроскопічна вкрапленість піриту, що насичує актинолітовий агрегат. Місцями до піриту долучаються халькопірит і пентландит. Уздовж межі апоолівінових псевдоморфоз з плагіоклазом, крім актиноліту, звичайно розвиваються Fe-Mg гідрослюда, яка надалі заміщується хлоритом.

Наступним за ступенем стійкості до постмагматичних змін є титаномagnetит. Але, на відміну від олівіну, його заміщення відбувається більш вибірково. Псевдоморфному заміщенню мікрористалічним агрегатом сфену, Fe-Mg гідрослюди і хлориту підлягає лише титаномagnetитова матриця. Орієнтовані ж ламелі ільменіту, які звичайно включені до титаномagnetитової матриці, лишаються незмінними, що дозволяє впевнено ідентифікувати псевдоморфози по титаномagnetиту навіть у найбільш змінених габро-діабазі. Крім ільменіту, у складі апомагнетитових псевдоморфоз таку ж надзвичайну стійкість виявляють і самостійні зерна ільменіту, які лише подекуди можуть бути зачеплені слабкою лейкоксенізацією.

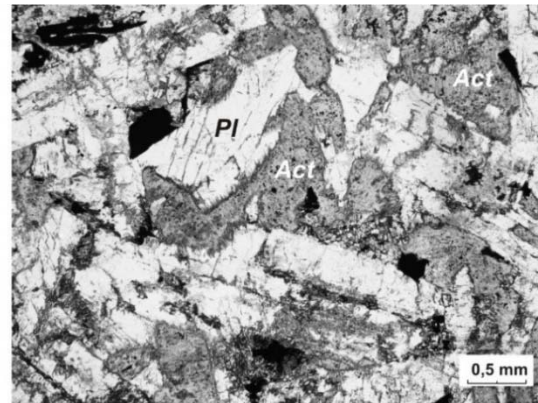
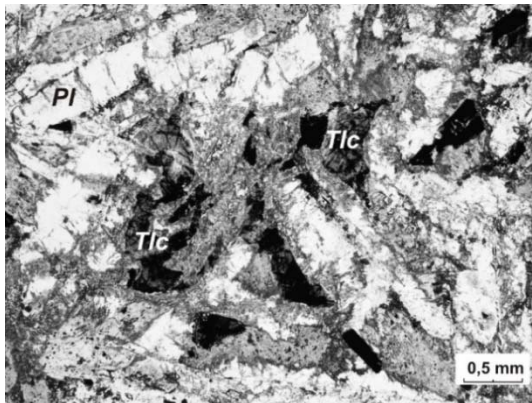


Рис. 1. Постмагматичні зміни в габро-діабазі із свердловини 5814 (гл.366–379 м).

Фото шліфа під поляризаційним мікроскопом у прохідному світлі при вимкненому аналізаторі. Умовні позначення: Pl – плагіоклаз, Tlc – магнетит-талькові псевдоморфози по олівіну, Act – актинолітові псевдоморфози по клінопіроксену

Клінопіроксен є більш стійким до постмагматичних змін порівняно з олівіном і титаномagnetитом. Його реліктові зерна зникають лише в найбільш змінених зразках габро-діабазів. Звичайно піроксен псевдоморфно заміщується сплутано-волокнистим агрегатом амфіболів, серед яких домінує актиноліт (див. рис. 1). Таке заміщення розпочинається по периферії й поступово захоплює все зерно. Новоутворені псевдоморфози, як правило, зберігають характерну для офітової структури "інтерстиційну" форму первинного піроксену. На межі з плагіоклазом звичайним є також розвиток мікролускуватих скупчень Fe-Mg гідрослюди, які надалі заміщуються хлоритом.

Ще більш стійким до постмагматичних змін виявився плагіоклаз. Реліктові зерна первинно-магматичного лабрадору і навіть бітовніту можна спостерігати в габро-діабазі з повністю амфіболізованими мафічними мінералами, хоч початкову серицитизацію плагіоклазу можна побачити в слабо змінених габро-долеритах. Більш інтенсивна серицитизація звичайно супроводжується розкисненням плагіоклазу та виокремленням мікрористалічних агрегатів кліноцоїзиту та преніту.

У св. 74Ф помірно-змінений габро-діабаз перетинається кількома тонкими (3–10 мм) світло-сірими прожилками альбітитового складу, що макроскопічно мають різкі лінійні межі відносно більш темної вмісної породи. Детальне мікроскопічне вивчення одного із прожилків виявило його зональну будову. Осьова частина альбітитового прожилка, яка, імовірно, має гідротермальне походження, складена агрегатом альбіту, преніту, апофіліту та кліноцоїзиту. Вона має дрібнокристалічну структуру, характеризуючись відсутністю первинних особливостей будови та реліктових мінералів вмісного габро-діабазу. Периферійні метасоматичні частини альбітитового прожилка, які більш ніж на 80 % складені дрібнокристалічним альбітом, навпаки, зберігають ледь помітну "тіньову" структуру вихідного габро-діабазу та його найбільш стійкий реліктовий мінерал – ільменіт. Первинні ж мафічні мінерали тут повністю заміщені актинолітом. Крім того, за допомогою мікрозондового аналізатора тут були діагностовані мікроскопічні кристали сфену, ортиту, сфалериту, халькопіриту, галеніту, а також наразі нерозпізнаних кальцій-цирконій-кременистих та уран-свинець-торієвих мінералів. Як осьова, так і периферійні частини

альбітитового прожилка перетинаються ще тоншими жилками, виповненими кальцитом. По обидва боки від альбітитового прожилка вмісний габро-діабаз демонструє поступову зональну зміну новоутворених мінеральних парагенезисів, яку можна простежити за допомогою поляризаційного та електронного мікроскопів при віддаленні на 2–3 см від прожилка. Так, найбільш віддалена від прожилка ділянка габро-діабазу зберігає реліктовий плагіоклаз, клінопіроксен, ільменіт і титаномagnetит, і лише олівін повністю заміщений актиноліт-тальковими псевдоморфозами. При наближенні до прожилка відбувається поступове збільшення ступеня серицитизації плагіоклазу та актинолітизації мафічних мінералів. У безпосередній близькості з альбітитовим прожилком серицитизований плагіоклаз із габро-діабазу спершу заміщується калішпатом, а потім альбітом. Дуже вузька зона габро-діабазу, що безпосередньо контактує з альбітитовим прожилком, характеризується майже повним заміщенням апопіроксенових актинолітових псевдоморфоз хлоритом. При цьому надлишок кальцію вивільняється у формі епідоту. Зазначимо, що дайка, яка розкрита св. 74Ф, знаходиться на площі Апрельського родовища урану, ореоли лужних натрієвих метасоматитів якого локалізуються недалеко від досліджуваного перетину габро-діабазу. Інші прояви аподіабазових лужних натрієвих метасоматитів, які описані в роботах [4, 6], також виявлені на Апрельському родовищі. На думку І. І. Михальченко, апогабро-діабазовий альбітит із свердловини 74Ф за особливостями будови, а також за мінеральним складом тилової й проміжної зон різко відрізняється від постмагматичних змін у дайкових породах ДДФ, описаних вище, і ототожнюватися з ними не може. Натомість, за парагенезом головних мінералів цей альбітит відповідає мінеральній асоціації тилової зони апобазитової актинолітової фації геологічної формації лужних натрієвих метасоматитів зон глибинних розломів [4].

Хімічний склад дайкових порід НДП подано в табл. 2. В аналізах палеотипних габро-діабазів відразу привертають увагу доволі високі втрати при прожарюванні ВПП

– 2,17–4,53 %. З огляду на відсутність карбонатів у шліфах проаналізованих габро-діабазів ВПП цілком можна ототожнювати з  $H_2O+$ . Оскільки, вміст останньої в магматичних породах звичайно корелюється із вмістом гідроксилвмісних вторинних мінералів – слюд, хлоритів, смектитів, серпентину, тальку, преніту та ін., то ВПП може виступати мірилом ступеня низькотемпературних постмагматичних перетворень. Таким чином, найбільше постмагматичне змінення слід очікувати для зразка габро-діабазу із св. 6184 (гл. 179–187 м), найменше – для зразка габро-діабазу 74Ф-550,0. Слід відмітити, що високі ВПП позначилися на дещо меншому вмісті  $SiO_2$  в габро-діабазі порівняно з габро-долеритами. Тому на класифікаційній діаграмі  $SiO_2 - (Na_2O + K_2O)$ , запропонованій авторами відомої монографії [6], досліджувані габро-діабаз формально потрапляють у поле "сублужної серії". Тим не менше, перерахунок аналізів на "сухий залишок" дозволяє виправити цю недоречність і віднести габро-діабазу НДП до толейтової серії, виявивши їхню первинну петрохімічну спорідненість з габро-долеритами ДДФ. Відношеннями  $Al_2O_3/FeO^* + MgO$  (0,76–0,90),  $FeO^*/MgO$  (1,63–1,92) та  $K_2O/Na_2O$  (0,22–0,32) у габро-діабазі коливаються в тих же межах, що й у описаних вище габро-долеритах НДП.

Щоб оцінити вплив постмагматичних процесів на "рухомість" окремих петрогенних елементів, автори скористалися "кисневим методом", запропонованим Т. Бартом [7]. Розрахунки стандартних комірок були виконані для трьох проаналізованих зразків дайкових порід із св. 6184, що характеризувалися мінімальним, проміжним і максимальним значеннями ВПП і, відповідно, прогресуючим ступенем постмагматичних змін (табл. 3). Коментуючи результати розрахунку, можна зробити такі висновки: 1) постмагматичні зміни в досліджуваних дайкових породах ДДФ НДП відбувалися за умов помітного привнесення водного флюїду та винесення Si; 2) імовірно є також незначне винесення Fe, Mg, Ca; 3) решта головних петрогенних елементів, включаючи принципово важливі для процесів лужного метасоматозу Na і K, лишалися інертними при досліджуваних постмагматичних перетвореннях.

Таблиця 3. Розрахунок стандартних комірок дайкових порід НДП та оцінка рухомості петрогенних елементів при постмагматичних змінах

Зразок	Розрахунок			Рухомість елементів:	
	1	2	3	різниця 2–1	різниця 3–1
Si	455	427	401	-28	-54
Ti	10	10	9	0	-1
Al	170	156	155	-14	-15
Fe	103	91	84	-12	-19
Mn	1	1	1	0	0
Mg	103	100	84	-3	-19
Ca	94	89	84	-5	-11
Na	48	45	43	-3	-4
K	6	5	6	-1	0
P	1	1	1	0	0
ОН	69	173	260	104	191

Примітка. Розрахунок виконано за "кисневим методом" Т. Барта відповідно до рекомендацій [7]. Для розрахунку використано хімічні аналізи трьох зразків дайкових порід з різним ступенем постмагматичних змін, відібраних із св. 6184: 1 – кайнотипний габро-долерит, глибина 175–179 м; 2 – помірно-змінений габро-долерит, глибина 171–179 м; 3 – істотно змінений габро-діабаз, глибина 179–187 м.

**Обговорення результатів і висновки.** Підсумовуючи результати виконаних досліджень, можна зробити такі висновки. Дайкові породи долерит-діабазової формації НДП можуть локально підлягати низькотемпературним постмагматичним змінам. Такі зміни відбувалися за умов збереження сталого об'єму, що забезпечило добре збереження реліктових структур на тлі розвитку псевдоморфоз по первинно-магматичних мінералах. Останні

виявляють різний ступінь стійкості до постмагматичних перетворень. Найбільш стійким мінералом є ільменіт. Це в черговий раз підтверджує хімічну інертність титану та неможливість його проміслового накопичення при постмагматичних змінах такого типу. Інші породотвірні мінерали за зменшенням ступеня стійкості формують такий ряд: плагіоклаз – клінопіроксен – титаномagnetит – олівін. Найбільш характерні постмагматичні перетворення

– актинолітизація мафічних мінералів, а також серицитизація та пренітизація плагіоклазів обумовлені низькотемпературними гідротермально-метасоматичними процесами. Метасоматоз відбувався за умов помітного привнесення водного флюїду та винесення Si на тлі інертної поведінки Na та K, що не дає підстав пов'язувати такі перетворення з розвиненими в регіоні проявами лужно-натрієвого метасоматозу. Зональні ж альбітитові прожилки, а також приурочені до них метасоматичні зміни, які виявлено в габро-діабазах Апрельської ділянки, потребують додаткового вивчення. Доцільним було б, зокрема, порівняти їх з так званими "діафоритами", ореоли яких описані [1] у просторовій асоціації з ураноносними лужними натрієвими метасоматитами центральної частини УЩ.

#### Список використаних джерел

1. Иванов Б. Н. Минералого-геохимическая характеристика и особенности пространственного распространения диафорированных пород центральной части Украинского щита / Б. Н. Иванов, И. И. Михальченко // *Мінеральні ресурси України*. – 2015. – № 3. – С. 39–44.
2. Митрохин О. Мінералого-петрографічні особливості долеритів Розанівського дайкового поля (південна частина Інгульського мегаблока Українського щита) / О. Митрохин, Є. Вишневіська // *Вісн. Київ. ун-ту. Геологія*. – 2014. – № 1(64). – С. 18–21.
3. Митрохин А. В. Петрография, геохимия и формационная принадлежность долеритов Бобринецкого дайкового пояса (Ингульский мегаблок Украинского щита) / А. В. Митрохин, Л. В. Шумлянский, Е. А. Вишневицкая // *Мінерал. журн. Петрологія*. – 2015. – Т. 37, № 1. – С. 56–68.
4. Михальченко І. І. Актинолітова фация апобазитових лужних натрієвих метасоматитів зон глибинних розломів / І. І. Михальченко, В. О. Синицин // *Геохім. та рудоутвор.* – 2012. – Вип. 31–32. – С. 77–87.

5. Магматические горные породы. Т. 6: Эволюция магматизма в истории Земли. / под ред. О. А. Богатикова. – М.: Наука, 1987. – 348 с.
6. Речовинне перетворення дайок діабазу в ореолі апогранітних лужних натрієвих метасоматитів / Б. Н. Иванов, І. І. Михальченко, В. О. Синицин, В. В. Загородній // *Доп. НАН України*. – 2013. – № 9. – С. 122–128.
7. Четвериков С. Д. Руководство к петрохимическим пересчетам. / С. Д. Четвериков. – М.: Госгеолтехиздат, 1956. – 246 с.
8. Щербаків І. Б. Петрологія Українського щита / І. Б. Щербаків. – Л.: ЗУКЦ, 2005. – 366 с.

#### References

1. Ivanov, B. N., Mihalchenko, I. I. (2015). Mineral-geochemical description and spatial distribution of weakly altered rocks in central part of the Ukrainian Shield. *Mineral Resources of Ukraine*, 3, 39–44. [in Russian].
2. Mitrokhin, O., Vishnevskaya, E. (2014). Mineralogical and petrographical peculiarities of Rozanovka dyke field dolerites (Ingul Megablock of the Ukrainian Shield). *Visnyk Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 1(64), 18–21. [in Ukrainian].
3. Mitrokhin, A. V., Shumlyansky, L. V., Vishnevskaya, E. A. (2015). Petrography, geochemistry and magmatic association of dolerites of the Bobrynets Belt (Ingul Megablock of the Ukrainian Shield). *Mineralogical journal*, 37(1), 56–68. [in Russian].
4. Mihalchenko, I. I., Sinitsyn, V. O. (2012). Actinolitic facies of apobasitic alkaline sodium metasomatites of deep fault zones. *Geohimiya ta rudoutvorenya*, 31–31, 77–87. [in Ukrainian].
5. Bogatikov, O. A. (Ed.) (1987). Igneous rocks. V. 6. Jevolucija magmatizma v istorii zemli. M.: Nauka, 348 p. [in Russian].
6. Ivanov, B. N., Mihalchenko, I. I., Sinitsyn, V. O., Zagorogny, V. V. (2013). Mineral and chemical transformations of diabase dykes within the halo of apogranitic alkaline sodium metasomatites. *Dopovidi NAN Ukrainy*, 9, 122–128. [in Ukrainian].
7. Chetverikov, S. D. (1956). Manual of petrochemical recalculation. M.: Gosgeoltekhizdat, 246 p. [in Russian].
8. Sherbakov, I. B. (2005). Petrology of Ukrainian Shield. Lviv, 366 p. [in Russian].

Надійшла до редколегії 19.07.17

A. Mitrokhin, Dr. Sci. (Geol.), Prof.

E-mail: mitrokhin.a.v@yandex.ua,

A. Omelchenko, Cand. Sci. (Geol.), Engineer

E-mail: alnika@ukr.net,

T. Mytrokhyna, Cand. Sci. (Geol.), Junior researcher fellow

E-mail: tanussa@ukr.net

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Geology

90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine,

V. Gatsenko, Cand. Sci. (Geol), Postdoctoral Student, Tenured researcher fellow

E-mail: vera.gatsenko@ukr.net

Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation NAS of Ukraine

34 Acad. Palladina Ave., Kyiv, 03680, Ukraine,

E. Vishnevskaya, Cand. Sci. (Geol), Leading Geologist

E-mail: genyishnevskia@mail.ru

State Enterprise "Kirovgeologiya"

8/9 Kikvidze Str., Kyiv, 01103, Ukraine,

I. Mihalchenko, Cand. Sci. (Geol), Senior researcher fellow

E-mail: alcoldan@i.ua

Institute of Environmental Geochemistry NAS of Ukraine

34a Acad. Palladina Ave., Kyiv, 03680, Ukraine

## POSTMAGMATIC ALTERATION IN THE DOLERITE-DIABASE ROCKS ASSOCIATION OF THE NOVOUKRAINKA DYKE FIELD (INGUL TERRAIN OF THE UKRAINIAN SHIELD)

The authors have studied some rocks of the Novoukrainka dike field (NDP). The dike rocks were previously identified by them as hypabyssal representatives of Paleoproterozoic dolerite-diabase association (DDA) that is paleoanalogue of continental plateau basalts of the Phanerozoic. The intrusion of the DDA dikes occurred in the time interval between the formation of the Novoukrainka granite complex (2,03-2,04 Ga) and intrusions of anorthosite-rapakivi-granite association of Korsun-Novomirgorod Pluton (1,74-1,76 Ga). It was established that, among the studied dike rocks besides the usual for DDA cenotypal olivine dolerites and gabbro-dolerites there are their palaeotype counterparts such as diabases and gabbro-diabases. The latter are in varying degrees susceptible to low-temperature postmagmatic alteration. Such changes have a local near fracture nature and occurred at constant volume, ensuring a good preservation of relict structures with broad development of pseudomorphs on the primary igneous minerals. Primary plagioclase, mafic and Fe-Ti-oxide ore minerals exhibit different degrees of resistance to post-magmatic transformations. The ilmenite appears to be most stable that obviously confirms the chemical inertness of titanium and the impossibility of its industrial accumulation during post-magmatic processes of this type. Other rock-forming minerals on the reduction of the degrees of resistance form the following sequence: plagioclase – clinopyroxene – Ti-magnetite – olivine. The most characteristic post-magmatic transformations such as actinolization of mafic minerals, sericitization and prehnitization of plagioclase were caused due to low-temperature hydrothermal–metasomatic processes. The metasomatism occurred with a noticeable addition of an aqueous fluid and with the removal of Si. At the same time Na and K reveal inert behaviour. These cast doubt on the supposed genetic relationship of the studied post-magmatic changes with the manifestations of the alkali-sodium metasomatism that developed in the region.

Keywords: post-magmatic changes, metasomatism, dike rocks, Ingul Megablock, Ukrainian Shield.

А. Митрохин, д-р геол. наук, проф.

E-mail: mitrokhin.a.v@yandex.ua,

А. Омельченко, канд. геол. наук, инж.

E-mail: alnika@ukr.net,

Т. Митрохина, канд. геол. наук, мол. науч. сотруд.

E-mail: tanussa@ukr.net

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина,

В. Гаценко, канд. геол. наук, докторант, ст. науч. сотруд.

E-mail: vera.gatsenko@ukr.net

Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени М. П. Семененка НАН Украины

Пр. Акад. Палладина, 34, г. Киев, 03680, Украина,

Е. Вишневская, канд. геол. наук, вед. геолог

E-mail: genyuvishnevskia@mail.ru

КП "Кировгеология", ул. Киквидзе, 8/9, г. Киев, 01103, Украина,

И. Михальченко, канд. геол. наук, ст. науч. сотруд.

E-mail: alcoldan@i.ua

Институт геохимии окружающей среды НАН Украины

Пр. Акад. Палладина, 34, а, г. Киев, 03680, Украина

## ПОСТМАГМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОРОДАХ ДОЛЕРИТ-ДИАБАЗОВОЙ ФОРМАЦИИ НОВОУКРАИНСКОГО ДАЙКОВОГО ПОЛЯ (ИНГУЛЬСКИЙ МЕГАБЛОК УКРАИНСКОГО ЩИТА)

*Авторы изучили горные породы Новоукраинского дайкового поля (НДП), которые ранее были идентифицированы ими как гипабиссальные представители палеопротерозойской долерит-диабазовой формации (ДДФ) – палеоаналога континентальных плато-базальтов фанерозоя. Внедрение даек ДДФ происходило во временном интервале между формированием гранитоидов новоукраинского комплекса (2,03–2,04 млрд лет) и интрузиями анортозит-рапакивигранитной ассоциации Корсунь-Новомиргородского плутона (1,74–1,76 млрд лет). Установлено, что, кроме обычных для ДДФ кайнотипных оливиновых долеритов и габбро-долеритов, среди изученных дайковых пород встречаются и их палеотипные аналоги – диабазы и габбро-диабазы, которые в разной мере подвержены низкотемпературным постмагматическим изменениям. Такие изменения имеют локальный околотрещинный характер и происходили в условиях постоянства объема, что обеспечило хорошую сохранность реликтовых структур на фоне широкого развития псевдоморфоз по первично-магматическим минералам. Первичные плагиоклазы, а также мафические и Fe-Ti оксидно-рудные минералы проявляют разную степень устойчивости к постмагматическим преобразованиям. Наиболее устойчивым оказался ильменит, что, очевидно, подтверждает химическую инертность титана и невозможность его промышленного накопления при постмагматических процессах такого типа. Остальные породообразующие минералы по уменьшению степени стойкости формируют такой ряд: плагиоклаз – клинопироксен – титаномагнетит – оливин. Наиболее характерные постмагматические преобразования – актинолитизация мафических минералов, а также серицитизация и преницитизация плагиоклазов обусловлены низкотемпературными гидротермально-метасоматическими процессами. Метасоматоз сопровождался заметным привнесением водного флюида и выносом Si при инертном поведении Na и K, что не даёт оснований связывать изученные постмагматические изменения с развитыми в регионе проявлениями щелочного натриевого метасоматоза.*

*Ключевые слова:* постмагматические изменения, метасоматоз, дайковые породы, Ингульский мегаблок, Украинский щит.