

УДК 552.333.4 : (552.08 + 550.4 + 551.22) (477)

А.В. Митрохин¹, Л.В. Шумлянський², Е.А. Вишневецкая¹

¹ Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
03022, г. Киев, Украина, ул. Васильковская, 90
E-mail: mitrokhin.a.v@yandex.ua; genyvishnevskia@mail.ru

² Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеновко НАН Украины
03680, г. Киев-142, Украина, пр. Акад. Палладина, 34
E-mail: lshumlyansky@yahoо.com

ПЕТРОГРАФИЯ, ГЕОХИМИЯ И ФОРМАЦИОННАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ ДОЛЕРИТОВ БОБРИНЕЦКОГО ДАЙКОВОГО ПОЯСА (ИНГУЛЬСКИЙ МЕГАБЛОК УКРАИНСКОГО ШИТА)

Изучены неметаморфизованные базитовые дайки Бобринецкого дайкового пояса (БДП), интрузирующие палеопротерозойский кристаллический фундамент Ингульского мегаблока Украинского щита. Цель исследований — уточнение геологической позиции БДП, определение минералого-петрографических и геохимических особенностей дайковых пород, а также выяснение их формационной принадлежности. Установлено, что среди дайковых образований БДП распространены кайнотипные оливиновые долериты. Условия залегания, структурно-текстурные особенности и вещественный состав позволяют идентифицировать их как гипабиссальных представителей долерит-диабазовой формации докембрия — палеоаналога континентальной плато-базальтовой (трапповой) ассоциации фанерозоя. Наиболее характерные минералого-петрографические особенности долеритов БДП таковы: 1) кайнотипный характер; 2) полнокристаллические афировые или микропорфировые структуры; 3) высокая переменная основность плагиоклаза: An_{51-83} — во вкрапленниках, An_{41-67} — в основной массе; 4) совместное нахождение пижонитов $Wo_{8-15}En_{53-67}$ с авгитами $Wo_{28-38}En_{37-54}$; 5) повышенная переменная магнезиальность пироксенов и оливинов; 6) титаномагнетит-ильменитовый парагенезис рудных минералов. В геохимическом отношении долериты БДП представляют собой основные породы нормального ряда щелочности толеитовой натровой серии. Инициальные отношения $\epsilon Nd_{1800} = +0,7-0,9$ и $^{87}Sr/^{86}Sr = 0,70274-0,70381$ свидетельствуют об умеренно деплетированном мантийном источнике магмагенерации. Модельный Nd возраст магматического источника составляет $T_{DM} = 2,37-2,41$ и $T_{CHUR} = 1,64-1,67$ млрд лет. Практическое значение долерит-диабазовой формации БДП может определяться потенциальной Cu-Ni специализацией многих известных долерит-диабазовых комплексов.

Ключевые слова: петрология, дайковые породы, долериты, Украинский щит.

Введение. Протяженные пояса неметаморфизованных базитовых даек — важная составляющая кристаллического фундамента древних платформ: они выявлены на всех докембрийских щитах, их присутствие маркирует участки и эпохи тектоно-магматической активизации, с которыми пространственно и генетически связано разнообразное оруденение. Определение геологической позиции, особенностей вещественного состава и формационной принадлежности таких даек служит важным инструментом для реконструкции магматических

процессов и геотектонических событий в докембрии. Неметаморфизованные базитовые дайки широко распространены в пределах Ингульского мегаблока Украинского щита (УЩ). По сравнению с другими мегаблоками УЩ, их геологическая и петрографическая изученность значительно хуже [9]. Из-за плохой обнаженности, менее прочих исследованы дайки южной части Ингульского мегаблока, принадлежащие к Бобринецкому дайковому поясу.

Цель работы — уточнение геологической позиции Бобринецкого дайкового пояса, изучение минералого-петрографических и геохимических особенностей дайковых пород, а также выяснение их формационной принадлежности.

© А.В. МИТРОХИН, Л.В. ШУМЛЯНСКИЙ,
Е.А. ВИШНЕВСКАЯ, 2015

Геологическая позиция Бобринецкого дайкового пояса. Ингульский мегаблок (ИМБ) занимает центральную часть УЩ. От соседних на западе Росинско-Тикичского и Днестровско-Бугского мегаблоков он отделен Голованевской шовной зоной, ограниченной Первомайским и Ядлово-Трактемировским глубинными разломами. Восточная граница ИМБ со Среднеприднепровским мегаблоком проведена по Ингулеcko-Криворожской шовной зоне, расположенной между Западно-Ингулецким и Криворожско-Кременчугским глубинными разломами [1].

На современном уровне эрозионного среза древний кристаллический фундамент ИМБ сложен преимущественно палеопротерозойскими образованиями. Наиболее древние среди них породы ингуло-ингулецкой серии (PR_{1ii}): гнейсы, кристаллосланцы, амфиболиты, кварциты, мраморы и кальцифиры, метаморфизованные в условиях от эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой до гранулитовой фаций [4]. Супракрустальные образования ингуло-ингулецкой серии служат субстратом для ультраметаморфических двуполевошпатовых гранитоидов кировоградского комплекса (PR_{1kg}), относящихся к *S*-типу. Биотитовые и гранат-биотитовые гранитоиды PR_{1kg} (совместно с аплит-пегматитовыми гранитами, аплитами и пегматитами) формируют неосому мигматитов, а также образуют параавтохтонные массивы — Долинский, Кировоградский и Бобринецкий. Совместно с более древними образованиями ингуло-ингулецкой серии они подвергались складчатости и региональному метаморфизму 2,06—2,02 млрд лет назад [8]. Специфическая особенность ИМБ — приуроченность к его центральной части позднеорогенных гранитоидных интрузий, объединяемых в новоукраинский комплекс (PR_{1nu}). Наиболее крупная и самая известная среди них — Новоукраинский плутон. Это многофазный интрузивный массив, в составе которого доминируют порфирировидные микроклиновые граниты с отчетливой трахитоидной текстурой. Среди них различают биотитовые, биотит-гранатовые и гиперстеновые разновидности, в подчиненном количестве присутствуют граносиениты, монцониты, монцодиориты и габброиды. U-Pb изотопный возраст цирконов из гранитоидов новоукраинского комплекса составляет приблизительно 2,04 млрд лет [8], хотя по геологическим данным они формировались несколько позднее

кировоградского комплекса. Еще более поздние анорогенные интрузии Корсунь-Новомиргородского плутона (КНП), относящиеся к одноименному магматическому комплексу (PR_{1kn}), датированы [6] в 1,76—1,74 млрд лет. Корсунь-Новомиргородский плутон представляет собой сложный многофазный интрузив, сложенный породами анортозит-рапакивигранитной формации: гранитами рапакиви, анортозитами, норитами, габбро-норитами и монцонитами.

Большинство исследователей согласно с моделью антиклинорного строения ИМБ [9]. К предполагаемому в центральной части ИМБ осевому поднятию приурочены Новоукраинский и Корсунь-Новомиргородский плутоны. Рамой для них служат гнейсы и кристаллосланцы ингуло-ингулецкой серии, а также граниты и мигматиты кировоградского комплекса. С востока и юго-запада центральное осевое поднятие ИМБ ограничивается Братским и Приингульским синклиниями, сложенными породами ингуло-ингулецкой серии. В центральной и южной частях ИМБ распространены дайковые образования базит-ультрабазитового состава, концентрирующиеся в протяженные пояса субширотного и северо-западного простирания. Наиболее крупные среди них — Субботско-Мошоринский и Бобринецкий (рис. 1).

Бобринецкий дайковый пояс (БДП) простирается в северо-западном направлении на расстояние более 100 км вдоль линии населенных пунктов Новый Буг — Бобринец — Новоукраинка — Глодосы, расположенных на территории Николаевской и Кировоградской областей Украины. В геологическом отношении это южная часть ИМБ. Многочисленные дайки мощностью от 3—5 до 25—30 м фиксируются в магнитном поле контрастными линейными аномалиями северо-западного простирания [2] от Приингульского синклинория через Бобринецкий и Новоукраинский гранитоидные массивы до западной границы ИМБ. Распространение и ориентация даек контролируются Долинским и Центральным глубинными разломами. В распределении даек наблюдается неоднородность: на отдельных участках Бобринецкого пояса они концентрируются в дайковые поля, наиболее крупные среди них — Розановское и Новоукраинское. На дневной поверхности дайки практически не обнажаются. Согласно результатам бурения, вмещаю-

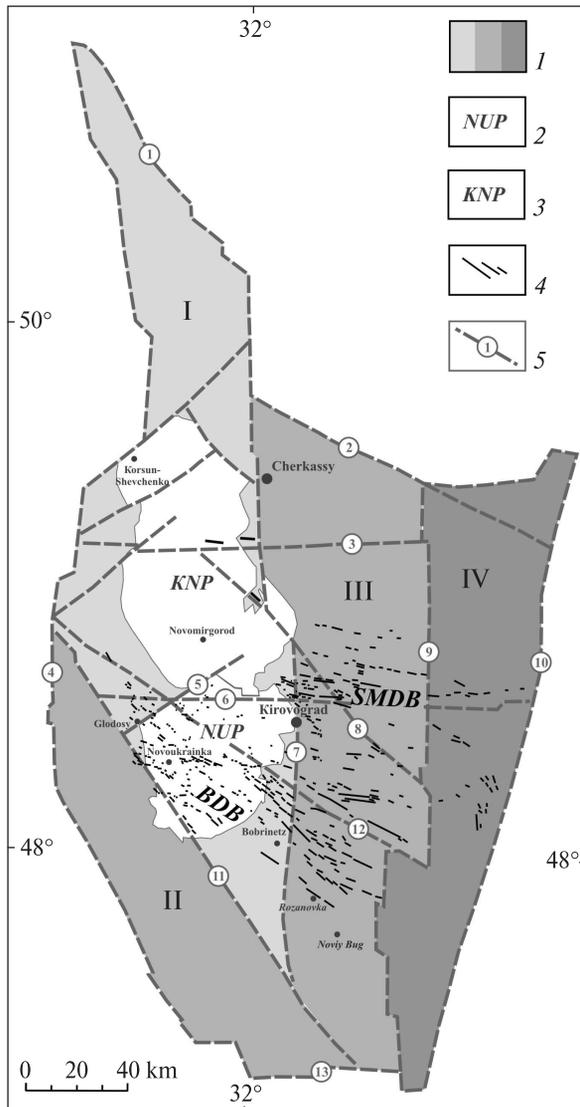


Рис. 1. Схема локализации базитовых даек Ингульского мегаблока Украинского щита: I — тектонические блоки второго порядка: I — Центральное осевое поднятие с Корсунь-Новомиргородским и Новоукраинским плутонами, II — Братский синклиниорий, III — Приингульский синклиниорий, IV — Западно-Ингулецкая зона; 2 — Новоукраинский плутон (PR_{1nu}); 3 — Корсунь-Новомиргородский плутон (PR_{1kn}); 4 — рои базитовых даек: SMDB — Субботско-Мошоринский дайковый пояс, BDB — Бобринецкий дайковый пояс; 5 — глубинные разломы и их наименование (1 — Козелецко-Яготинский, 2 — Золотоношский, 3 — Лукашевско-Тимошевский, 4 — Первомайский, 5 — Глодоский, 6 — Субботско-Мошоринский, 7 — Кировоградский, 8 — Боковьянский, 9 — Западно-Ингулецкий, 10 — Криворожско-Кременчугский, 11 — Центральный, 12 — Долинский, 13 — Южно-Таврийский)

Fig. 1. Scheme of allocation of basic dykes within the Ingul terrain of the Ukrainian Shield: I — tectonic blocks of the second order: I — Central axial upraise with the Korsun-Novomyrhorod and Novoukrainka plutones; II — Bratsk syncline, III — Peri Ingul syncline; IV — West-Ingulets zone; 2 — Novoukrainka pluton (PR_{1nu}); 3 — Korsun-Novomyrhorod pluton (PR_{1kn}); 4 — basic dyke swarms: SMDB — Subbotsky-Moshoryno dyke belt, BDB — Bobrynets dyke belt; 5 — deep faults and their names (1 — Kozelets-Yagoty, 2 — Zolotonosha, 3 — Lukashevo-Tyomoshev, 4 — Pervomaysk, 5 — Glodosky, 6 — Subbotsky-Moshoryno, 7 — Kirovograd, 8 — Bokovyanka, 9 — West-Ingulets, 10 — Kryvyi Rih-Kremenchug, 11 — Central, 12 — Dolyna, 13 — South-Tavryisky)

щие их породы — гнейсы чечелевской свиты ингуло-ингулецкой серии (PR_{1ii}) и гранитоиды кировоградского (PR_{1kg}) и новоукраинского (PR_{1nu}) комплексов. Нижняя возрастная граница формирования даек обычно определяется по пересечению ими гранитоидов новоукраинского комплекса. Верхняя возрастная граница для даек Бобринецкого пояса до сих пор не определена, поскольку отсутствуют прецизионные данные изотопного датирования.

Методы аналитических исследований. Образцы керн дайковых пород БДП были изучены с применением оптической и электронной микроскопии, электронно-микронного анализа, XRF и ICP-MS методов анализа.

Микроскопические исследования выполнены в Институте геологии Киевского национального университета имени Тараса Шев-

ченко. Для предварительного изучения прозрачно-полированных шлифов в проходящем и отраженном свете использованы поляризационные микроскопы "Полам РП-1", укомплектованные приставкой для минераграфических исследований. Химический состав породообразующих минералов изучен на растровом электронном микроскопе-микроанализаторе РЕММА-202 с энергодисперсионным рентгеновским спектрометром Link systems.

Химические анализы дайковых пород БДП на главные петрогенные компоненты выполнены в лаборатории Института геологии Таллинского технологического университета на XRF спектрометре S4 Pioneer Spectrometer (Bruker AXS GmbH, Germany), оснащенный рентгеновской трубкой с родиевым анодом, обеспечивающим напряжением 3 кВ. В качестве

анализируемых препаратов использованы стеклянные диски, приготовленные путем сплавления бората Li с измельченными пробами (*Claisse instrument*). Микроэлементный состав дайковых пород изучен в той же лаборатории с применением ICP-MS метода на аналитическом оборудовании *Thermo Scientific quadrupole X-Series 2*. Содержание микроэлементов определено в растворах, приготовленных путем растворения 250 мг измельченного образца в азотной, плавиковой, соляной и борной кислотах в микроволновой печи *Anton Paar MW3000*.

Аналитические данные по изотопии Nd и Sr в дайковых породах БДП получены в лаборатории Шведского Природоведческого Музея (Стокгольм, Швеция). Концентрация Nd и Sm определена с помощью метода изотопного разбавления с использованием смешанного ^{150}Nd — ^{147}Sm трассера. Изотопный состав Nd и Sr измерен на масс-спектрометре *TRITON* в статичном режиме. Данные для Nd были откорректированы на фракционирование $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,7219$, оценка погрешностей для $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ составляет $<0,5\%$. Изотопный состав Sr изучен без применения трассера, аналитические данные нормализованы на $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0,1194$. Концентрация Sr и Rb определена с помощью ICP-MS метода.

Петрография дайковых пород Бобринецкого пояса. Нами впервые изучены дайковые породы, вскрытые глубокими буровыми скважинами в пределах Розановского дайкового поля (РДП), расположенного на юго-восточном фланге Бобринецкого дайкового пояса [3]. При этом установлено, что среди изученных образцов распространены кайнотипные оливиновые долериты, которые по целому ряду минералогическо-петрографических особенностей сходны с породами долерит-диабазовой формации, выделяемой [7]. Наиболее свежие разности долеритов выявлены в керне скв. 3417, 3419, 3420 и 3424, пробуренных в районе с. Розановка Новобугского р-на Николаевской обл. Украины. Это темно-серые до черных породы с мелкокристаллической афировой структурой. Лишь некоторые образцы из скв. 3420 имеют макроскопически различимую олигофировую структуру, характеризующуюся присутствием единичных порфирированных вкрапленников плагиоклаза таблитчатой формы размером 5—10 мм, резко выделяющихся на фоне мелкозернистой основной массы. В обр. 3420-205,8 вкраплен-

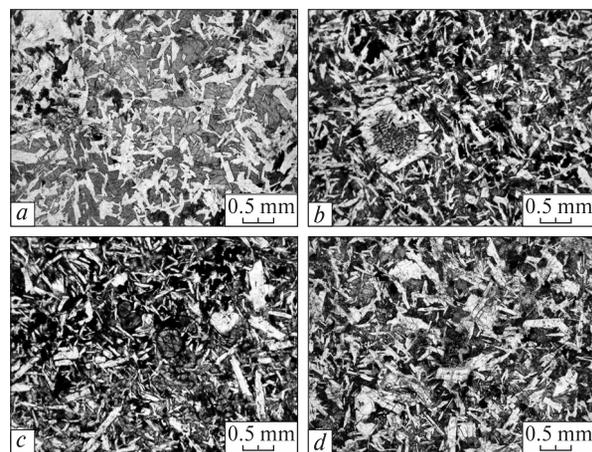


Рис. 2. Петрографические особенности долеритов РДП. Фото шлифов под поляризационным микроскопом при выключенном анализаторе: *a* — пойкилофитовая структура долерита, скв. 3417, гл. 45,3 м; *b* — олигофировая структура долерита с фенокристом плагиоклаза в мелкозернистой офитовой основной массе, скв. 3419, гл. 212,5 м; *c* — микрофенокристы плагиоклаза и оливина нечетко выделяются на фоне мелкозернистой основной массы долерита, скв. 3420, гл. 205,8 м; *d* — серийно-порфирированная структура долерита, в центре — тальк-магнетитовая псевдоморфоза по оливину, скв. 3424, гл. 287,4 м

Fig. 2. Petrographical peculiarities of the RDB dolerites. The photos are made under polarizing microscope without an analyzer: *a* — poikilophytic texture of the dolerites, the core drilled by the bore hole No 3417 at the depth of 45.3 m; *b* — oligophytic texture of the dolerite with plagioclase phenocryst in fine-grained ophytic groundmass, the core drilled by the borehole No 3419 at the depth of 212.5 m; *c* — plagioclase and olivine microphenocrysts are indistinctly separated by their sizes from fine-grained groundmass of the dolerite, the core drilled by the borehole No 3420 at the depth of 205.8 m; *d* — serial-porphyrific texture of the dolerite with talc-magnetite pseudomorphs developed on olivines in the center of the photo, the core drilled by the borehole No 3424 at the depth of 287.4 m

ники водяно-прозрачного плагиоклаза нечетко ориентированы под углом 20° к оси зерна. Своеобразная мелкотакситовая текстура обр. 3417-45,3, 3420-87,2 и 3420-89,7 определена наличием однородно рассеянных по объему породы светлых участков размером 5—10 мм. Последние разделены более темными "перегородками", обогащенными оливином и рудными минералами.

Под микроскопом долериты обнаруживают полнокристаллическую офитовую структуру, определяемую резким идиоморфизмом плагиоклаза по отношению к пироксену (рис. 2). Элементы пойкилоофитовой структуры в обр. 3417-45,3 и 3420-89,7 характеризуются нали-

чием сравнительно крупных ксеноморфных зерен пироксена с мелкими пойкилитовыми включениями плагиоклаза. В большинстве изученных образцов на фоне мелкозернистой основной массы выделяются таблитчатые микро-вкрапленники плагиоклаза (фенокристы) размером 1—3 мм. Но лишь в некоторых из них содержание таких фенокристов достигает 5 %, что придает породе микропорфировую структуру. Более обычны олигофирировая и серийно-порфировая микроструктуры. Последняя определяется наличием постепенных переходов в размерах фенокристов и плагиоклазов основной массы. Главные породообразующие минералы оливиновых долеритов — основной плагиоклаз и клинопироксен. Второстепенные и аксессуарные — оливин, ильменит, титаномагнетит, пирротин, апатит. Незначительно развиты вторичные гидрослюды, пренит, тальк и оксиды железа. В небольшом количестве могут также присутствовать кварц, калишпат и биотит.

Плагиоклаз преобладает над всеми остальными минералами: в отдельных образцах его содержание может достигать 65—70 %. Основ-

ную массу слагают беспорядочно ориентированные лейстовидные микролиты плагиоклаза размером 0,6—1 мм по длинной оси. Под микроскопом в проходящем свете они чистые, незамутненные вторичными изменениями, иногда плагиоклаз незначительно затронут пренитизацией, в скрещенных николях он проявляет полисинтетическое двойникование. С помощью микронзондового анализа установлено, что основность плагиоклазов в основной массе колеблется в диапазоне An_{41-67} , обнаруживая обычную для плагиоклазов магматических пород прямую зональность (табл. 1, 2). Наиболее распространены лабрадоры An_{51-63} . Фенокристы плагиоклаза имеют таблитчатую форму и размер 2—3 мм, их состав изменяется от битовнита An_{70-83} (в высокотемпературных ядрах вкрапленников) до лабрадора An_{51-62} во внешних оболочках.

Пироксен доминирует среди мафических минералов. Он представлен лишь моноклинной разновидностью. Ксеноморфные зерна пироксена обычно выполняют интерстиции между лейстами плагиоклаза. Под микроскопом в одном

Таблица 1. Результаты выборочных микронзондовых анализов фенокристов плагиоклаза из долеритов РДП
Table 1. Results of selective electron microprobe analyses of plagioclase phenocrysts from the RDB dolerites

Sample	3417-45,3		3419-212,5		3420-205,8								3424-287,4	
Spot	5*	7	7*	9	1*	4	6*	10	26*	32	33*	36	11*	15
<i>Weight percents, %</i>														
SiO ₂	49,64	52,61	50,35	54,85	49,57	56,18	49,46	56,23	49,41	54,32	49,78	54,59	50,01	55,98
Al ₂ O ₃	30,76	29,66	30,9	27,88	31,68	26,83	31,45	27,14	31,97	28,23	31,27	27,57	32,13	28,42
FeO _{tot}	1,88	0,59	0,48	0,6	0,52	0,61	0,44	0,82	0,35	0,74	0,51	0,9	0,41	0,71
CaO	15,17	12,59	15,1	10,8	15,57	9,25	15,8	9,92	16,36	11,26	15,62	10,8	14,1	8,72
Na ₂ O	2,32	4,43	3,04	5,67	2,67	6,91	2,67	5,76	1,83	5,37	2,66	5,93	3,21	6,1
K ₂ O	0,22	0,12	0,13	0,21	—	0,21	0,17	0,13	0,07	0,09	0,16	0,2	0,15	0,07
<i>Formula units on 8 atoms of oxygen</i>														
K	0,013	0,007	0,008	0,012	—	0,012	0,01	0,008	0,004	0,005	0,009	0,011	0,009	0,004
Na	0,207	0,391	0,269	0,498	0,237	0,605	0,237	0,503	0,162	0,472	0,236	0,522	0,284	0,531
Ca	0,748	0,613	0,740	0,524	0,763	0,448	0,776	0,479	0,801	0,547	0,766	0,526	0,689	0,42
Si	2,284	2,391	2,302	2,483	2,268	2,539	2,267	2,535	2,259	2,462	2,28	2,48	2,28	2,515
Al	1,668	1,589	1,666	1,488	1,708	1,429	1,699	1,442	1,723	1,508	1,688	1,476	1,726	1,504
Fe	0,072	0,022	0,018	0,023	0,02	0,023	0,017	0,031	0,013	0,028	0,02	0,034	0,016	0,027
Sum	4,992	5,013	5,003	5,028	4,996	5,056	5,006	4,998	4,962	5,022	4,999	5,049	5,004	5,001
<i>Compounds, %</i>														
Or	1,3	0,7	0,8	1,2	—	1,1	1	0,8	0,4	0,5	0,9	1	0,9	0,4
Ab	21,4	38,7	26,5	48,2	23,7	56,8	23,2	50,8	16,8	46,1	23,3	49,3	28,9	55,6
An	77,3	60,6	72,8	50,7	76,3	42,1	75,9	48,4	82,8	53,4	75,8	49,7	70,2	44

Примечание. В нумерации образцов отражены номер скважины и глубина отбора, звездочкой отмечены анализы ядерных частей вкрапленников.

Note. Numbers of boreholes and sampling depths are reproduced in the sample numeration. Phenocryst core analyses are marked with asterisk.

николе они имеют бледный коричневый оттенок. В скрещенных николях некоторые зерна обнаруживают простое двойникование и неотчетливую зональность. Изображение под электронным микроскопом также свидетельствует о внутренней неоднородности большинства пироксеновых зерен. Микронзондовым анализом установлена заметная вариация состава пироксенов от пижонита $Wo_{8-15}En_{53-67}$ до субкальциевого авгита $Wo_{16-21}En_{48-59}$ и авгита $Wo_{28-38}En_{37-54}$ (табл. 3, 4; рис. 3). При этом наблюдается концентрическая зональность пироксеновых зерен с высокотемпературным пижонитовым ядром и авгитовой периферией либо несимметричное изменение состава вдоль определенного направления в исследуемом индивиде.

Оливин распределен в долеритах достаточно неоднородно, содержание его редко превышает 10 %. По отношению к пироксену оливин проявляет идиоморфизм, образуя включения в нем. Обычны короткопризматические и изометричные зерна размером 0,1–0,5 мм. Более крупные частично корродированные фенокристы имеют характерные формы разрезов в

виде вытянутых шестиугольников либо ромбов. В некоторых шлифах (3424–287,4) наблюдается замещение оливина магнетит-тальковым агрегатом. Под электронным микроскопом в свежих зернах оливина установлены как концентрическая, так и несимметричная зональность, состав меняется от хризолита Fo_{70-76} в высокотемпературных ядрах до гортонолита Fo_{40-47} на периферии (табл. 5).

Ильменит — наиболее обычный рудный минерал изучаемых долеритов. Он образует идиоморфные кристаллы пластинчатого габитуса размером 0,1–0,2 мм или скелетные формы. Титаномагнетит — второй по распространенности рудный минерал в долеритах. Для него характерны зерна неправильной формы, а также мелкие кубические кристаллы с частично корродированными гранями. Под электронным микроскопом титаномагнетит демонстрирует тонкую пластинчатую или решетчатую микроструктуру с эксклюзионными ламелями ильменита.

В керне скв. 3425 выявлены более измененные разности долеритов РДП. Низкотемпературные постмагматические изменения в них

Таблица 2. Результаты выборочных микронзондовых анализов микролитов плагиоклаза из долеритов РДП
Table 2. Results of selective electron microprobe analyses of plagioclase microliths from the RDB dolerites

Sample	3417-45,3				3419-212,5				3420-205,8				3424-287,4			
Spot	8*	9	10*	11	16*	17	18*	19	39*	40	63*	64	29*	30	33*	34
<i>Weight percents, %</i>																
SiO ₂	51,06	51,71	53,11	55,49	54,29	55,43	51,53	53,16	55,18	57,17	50,88	53,85	55,77	55,29	51,84	52,91
Al ₂ O ₃	30,19	29,84	28,9	27,79	27,9	27,21	29,57	28,8	27,67	26,05	30,09	28,16	28,32	27,81	30,86	29,68
FeO _{tot}	1,07	0,64	0,73	0,7	0,91	0,92	1,05	0,98	0,63	0,85	0,55	0,8	0,88	1,28	1,01	1,22
CaO	13,33	13,07	11,95	10,18	11,47	9,68	13,34	12,15	10,59	8,97	14,5	11,42	8,35	8,65	12,04	10,69
Na ₂ O	4,09	4,43	4,96	5,37	5,28	6,75	4,37	4,7	5,75	6,81	3,89	5,64	6,05	6,8	3,84	5,29
K ₂ O	0,26	0,31	0,36	0,47	0,15	—	0,13	0,21	0,18	0,15	0,09	0,12	0,62	0,17	0,41	0,21
<i>Formula units on 8 atoms of oxygen</i>																
K	0,015	0,018	0,021	0,027	0,009	—	0,008	0,012	0,01	0,009	0,006	0,007	0,036	0,01	0,024	0,012
Na	0,363	0,392	0,438	0,47	0,465	0,593	0,388	0,415	0,504	0,596	0,345	0,497	0,528	0,597	0,339	0,466
Ca	0,654	0,639	0,583	0,493	0,558	0,470	0,654	0,593	0,513	0,433	0,711	0,556	0,403	0,42	0,586	0,52
Si	2,337	2,361	2,417	2,506	2,465	2,510	2,358	2,42	2,496	2,578	2,329	2,449	2,513	2,502	2,357	2,405
Al	1,628	1,606	1,55	1,48	1,493	1,453	1,595	1,545	1,475	1,384	1,623	1,509	1,504	1,483	1,654	1,59
Fe	0,041	0,024	0,028	0,026	0,035	0,035	0,040	0,037	0,024	0,032	0,021	0,03	0,033	0,048	0,039	0,046
Sum	5,038	5,04	5,037	5,002	5,025	5,061	5,043	5,022	5,022	5,032	5,035	5,048	5,017	5,06	4,999	5,039
<i>Compounds, %</i>																
Or	1,5	1,7	2	2,7	0,9	—	0,8	1,2	1	0,9	0,6	0,7	3,7	1	2,5	1,2
Ab	35,2	37,4	42	47,5	45,1	55,8	37	40,7	49,1	57,4	32,5	46,9	54,6	58,1	35,7	46,7
An	63,4	60,9	56	49,8	54,1	44,2	62,3	58,1	50	41,7	66,9	52,5	41,7	40,9	61,7	52,1

П р и м е ч а н и е. Звездочкой отмечены анализы ядерных частей микролитов.

N o t e. Microlith core analyses are marked with asterisk.

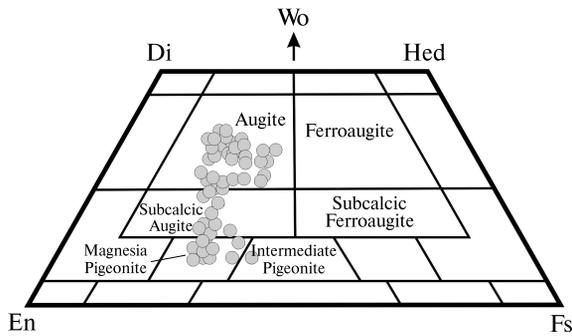


Рис. 3. Химический состав пироксенов из долеритов РДП
 Fig. 3. Chemical composition of pyroxenes from the RDB dolerites

проявляются в интенсивном развитии гидростлюд, смектитов и талька. При этом, несмотря на полное псевдоморфное замещение пироксена и оливина, под микроскопом достаточно четко распознается реликтовая офитовая структура с идиоморфными лейстами раскисленного плагиоклаза и интерстициальными псевдоморфозами по первичным мафическим минералам. Вероятно, это может свидетельствовать о

постоянстве объема в ходе постмагматических преобразований. Некоторые образцы измененных долеритов скв. 3425 рассечены тонкими прожилками, выполненными кальцитом и пиритом.

Геохимия дайковых пород Бобринецкого пояса. Геохимические особенности долеритов РДП иллюстрируют табл. 6 и рис. 4, 5. Содержание SiO_2 в них изменяется в диапазоне 47–49 %. Это основные породы нормального ряда щелочности с суммарным содержанием Na_2O и K_2O около 3 %. Соотношения $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{FeO}^* + \text{MgO}$ (0,75–0,95), FeO^*/MgO (1,76–1,95) и $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ (0,20–0,24) в них соответствуют умеренно-глиноземистым разновидностям толеитовой натровой серии. По геохимическим характеристикам долериты РДП заметно отличаются от базитовых даек центральной части ИМБ, описанных в работе [10]. Последние принадлежат к субщелочной серии и представлены преимущественно палеотипными разновидностями. Очевидно, ближайшими геохимическими аналогами долеритов РДП служат базитовые дайки прутовского комплекса, распространенные

Таблица 3. Результаты выборочных микрозондовых анализов высококальциевых клинопироксенов из долеритов РДП (обр. 3417-45,3)
 Table 3. Results of selective electron microprobe analyses of high-Ca pyroxenes from the RDB dolerites (sample 3417-45.3)

Spot	17a	19a	20a	23a	76	88	92	94	96	99	110	115	118
<i>Weight percents, %</i>													
SiO_2	49,48	51,01	49,47	50,54	50,25	50,31	50,1	51,16	49,96	48,46	49,61	49,74	50,88
TiO_2	0,93	0,31	0,79	0,57	0,69	0,5	0,72	0,37	0,57	1,04	0,8	0,78	0,56
Al_2O_3	2,93	2,98	2,83	3,78	3,25	3,64	4,47	2,98	3,8	3,19	3,39	3,15	3,4
FeO	15,48	14,74	18,55	11,12	12,71	10,54	9,82	11,36	13,09	17,94	12,8	14,3	13,08
MnO	0,3	0,22	0,25	0,1	0,25	0,18	0,12	0,28	0,02	0,35	0,19	0,16	0,28
MgO	15,46	17,96	14,75	15,84	16,43	16,09	17,02	19,26	15,4	12,74	15,67	14,97	18,42
CaO	15,39	12,78	13,37	17,94	16,42	18,68	17,73	14,44	17	16,28	17,41	16,9	13,37
Na_2O	0,03	—	—	0,12	0	0,06	0,02	0,15	0,16	—	0,12	—	—
<i>Formula units on 6 atoms of oxygen</i>													
Na	0,002	—	—	0,009	—	0,004	0,001	0,011	0,012	—	0,009	—	—
Ca	0,625	0,511	0,547	0,716	0,659	0,747	0,704	0,572	0,684	0,671	0,702	0,684	0,532
Mg	0,874	0,999	0,839	0,88	0,917	0,895	0,94	1,062	0,862	0,731	0,879	0,843	1,02
Mn	0,01	0,007	0,008	0,003	0,008	0,006	0,004	0,009	0,001	0,011	0,006	0,005	0,009
Fe	0,491	0,46	0,592	0,347	0,398	0,329	0,304	0,351	0,411	0,578	0,403	0,452	0,406
Ti	0,026	0,009	0,023	0,016	0,019	0,014	0,02	0,01	0,016	0,03	0,023	0,022	0,016
Al	0,131	0,131	0,128	0,166	0,144	0,16	0,195	0,13	0,168	0,145	0,15	0,14	0,149
Si	1,875	1,904	1,888	1,884	1,882	1,877	1,857	1,893	1,876	1,866	1,867	1,88	1,89
Sum	4,034	4,021	4,025	4,021	4,027	4,032	4,025	4,038	4,03	4,032	4,039	4,026	4,022
<i>Compounds, %</i>													
Wo	31,3	25,8	27,5	36,8	33,2	37,8	36,1	28,7	34,9	33,7	35,3	34,5	27
En	43,7	50,5	42,2	45,2	46,3	45,3	48,2	53,3	44	36,7	44,2	42,5	51,9
Fs	25,1	23,6	30,2	18	20,5	16,9	15,8	18,1	21	29,6	20,6	23	21,1

**Таблица 4. Результаты выборочных микрозондовых анализов
низкокальциевых клинопироксенов из долеритов РДП (обр. 3417-45,3)**
Table 4. Results of selective electron microprobe analyses of low-Ca pyroxenes from the RDB dolerites (sample 3417-45.3)

Minerals	Pigeonites									Subcalcic augites									
	Spot	18a	73	77	81	85	86	102	103	111	16a	67	70	74	75	78	93	98	105
<i>Weight percents, %</i>																			
SiO ₂	52,3	51,85	51,32	50,36	50,74	50,34	52,13	52,5	52	51,67	49,94	51,54	51,37	51,34	51,41	51,08	50,33	51,81	
TiO ₂	0,17	0,16	0,28	0,26	0,45	0,51	0,34	0,25	0,34	0,24	0,61	0,5	0,46	0,4	0,49	0,66	0,51	0,27	
Al ₂ O ₃	1,72	1,94	1,97	2,36	2,17	1,8	2,22	1,94	2,05	2,54	2,75	2,65	2,61	2,65	2,83	3,34	2,68	2,99	
FeO	15,9	17	17,91	20,79	20	22,67	16,31	16,59	17,94	15,82	15,44	15,16	16,43	16,2	14,81	12,92	18,43	14,76	
MnO	0,26	0,34	0,38	0,35	0,49	0,46	0,3	0,26	0,37	0,29	0,27	0,38	0,32	0,33	0,24	0,23	0,32	0,4	
MgO	23,11	21,97	21,83	20,51	19,19	18,83	22,43	23,29	21,95	21,26	19,51	19,89	20,88	20,14	21,19	19,73	19,34	21,37	
CaO	6,4	6,7	6,16	5,37	6,9	5,36	6,2	5,14	5,35	8,16	11,48	9,89	7,79	8,86	8,85	12,05	8,14	8,39	
Na ₂ O	0,14	0,04	0,14	—	0,06	0,03	0,08	0,03	—	0,02	—	—	0,13	0,08	0,17	—	0,25	—	
<i>Formula units on 6 atoms of oxygen</i>																			
Na	0,01	0,003	0,01	—	0,005	0,002	0,006	0,002	—	0,001	—	—	0,009	0,006	0,012	—	0,018	—	
Ca	0,253	0,266	0,246	0,217	0,279	0,218	0,245	0,203	0,212	0,324	0,461	0,393	0,31	0,353	0,35	0,477	0,328	0,331	
Mg	1,269	1,214	1,212	1,152	1,078	1,067	1,233	1,277	1,213	1,173	1,089	1,1	1,155	1,116	1,167	1,087	1,083	1,174	
Mn	0,008	0,011	0,012	0,011	0,016	0,015	0,009	0,008	0,012	0,009	0,009	0,012	0,01	0,01	0,008	0,007	0,01	0,012	
Fe	0,49	0,527	0,558	0,655	0,63	0,721	0,503	0,51	0,556	0,49	0,484	0,47	0,51	0,504	0,458	0,399	0,579	0,455	
Ti	0,005	0,004	0,008	0,007	0,013	0,015	0,01	0,007	0,01	0,007	0,017	0,014	0,013	0,011	0,014	0,018	0,014	0,008	
Al	0,075	0,085	0,086	0,105	0,096	0,081	0,097	0,084	0,09	0,111	0,122	0,116	0,114	0,116	0,123	0,146	0,119	0,13	
Si	1,927	1,922	1,911	1,897	1,912	1,914	1,922	1,931	1,927	1,912	1,871	1,912	1,907	1,909	1,9	1,887	1,892	1,909	
Sum	4,037	4,032	4,043	4,044	4,029	4,033	4,025	4,022	4,02	4,027	4,053	4,017	4,028	4,025	4,032	4,021	4,043	4,019	
<i>Compounds, %</i>																			
Wo	12,5	13,2	12,1	10,7	13,9	10,8	12,3	10,2	10,6	16,2	22,6	19,9	15,6	17,8	17,7	24,2	16,4	16,8	
En	62,8	60,2	59,8	56,6	53,8	52,8	62	63,9	60,9	58,8	53,3	55,7	58,2	56,3	58,9	55,2	54,2	59,5	
Fs	24,7	26,7	28,1	32,7	32,3	36,4	25,7	25,9	28,5	25	24,1	24,4	26,2	25,9	23,5	20,6	29,5	23,7	

Таблица 5. Результаты выборочных микрозондовых анализов оливинов из долеритов РДП (обр. 3417-45,3)
Table 5. Results of selective electron microprobe analyses of olivines from the RDB dolerites (sample 3417-45.3)

Spot	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
<i>Weight percents, %</i>										
SiO ₂	36,17	36,31	36,26	36,66	33,96	34,74	33,59	34,57	34,12	34,53
FeO*	30,31	30,65	29,03	27,69	43,81	40,29	46,99	46,72	46,48	45,85
MnO	0,29	0,26	0,44	0,28	0,39	0,29	0,71	0,57	0,58	0,57
MgO	33,12	32,54	34,07	35,21	21,7	24,52	18,56	17,98	18,58	18,88
CaO	0,1	0,24	0,2	0,17	0,14	0,16	0,16	0,17	0,23	0,17
<i>Formula units on 4 atoms of oxygen</i>										
Mg	1,34	1,318	1,371	1,406	0,942	1,043	0,82	0,79	0,817	0,826
Fe	0,688	0,696	0,655	0,62	1,067	0,962	1,165	1,152	1,147	1,126
Mn	0,007	0,006	0,01	0,006	0,01	0,007	0,018	0,014	0,015	0,014
Ca	0,003	0,007	0,006	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,007	0,005
Si	0,981	0,986	0,979	0,982	0,989	0,992	0,996	1,019	1,007	1,014
Sum	3,019	3,013	3,021	3,019	3,012	3,009	3,004	2,98	2,993	2,985
<i>Compounds, %</i>										
Fo	65,8	65,0	67,1	69,0	46,6	51,7	40,8	40,3	41,1	41,9
Fa	34,1	34,6	32,6	30,7	53,2	48,0	58,9	59,5	58,5	57,8
La	0,1	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3

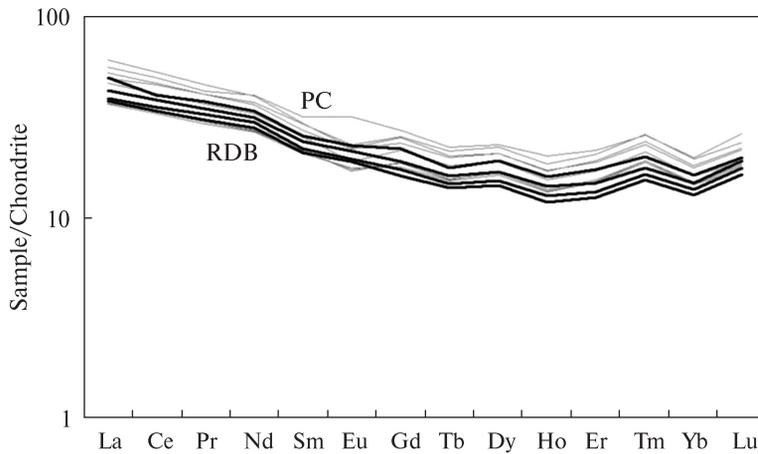


Рис. 4. Распределение редкоземельных элементов в долеритах РДП (RDB), нормированное к хондриту. Для сравнения показано распределение РЗЭ в долеритах прutowского комплекса (PC) Во-лынського мегаблока УЩ (Supplemental data for Chondrite / Ed. by E. Anders and N. Greves. — <http://earthref.org/GERM>)
 Fig. 4. Chondrite-normalized REE distribution in the RDB dolerites. Dolerites of the Prutivka complex (PC) from the Volyn terrain of the Ukrainian Shield are shown for comparison (Supplemental data for Chondrite / Ed. by E. Anders and N. Greves. — <http://earthref.org/GERM>)

на территории Во-лынського мегаблока УЩ. Прутовский комплекс (PR, pr) считается одним из наиболее типичных представителей долерит-диабазовой (трапповой) формации УЩ [5]. Наименее дифференцированные долеритовые дайки этого комплекса принадлежат к толеи-

товой серии и по содержанию большинства главных петрогенных компонентов подобны дайковым породам РДП. Индексы фракционирования Mg/(Mg + Fe) в них также практически совпадают: 0,50–0,54 — для прutowского комплекса и 0,49–0,52 — для РДП.

Таблица 6. Результаты рентген-флюоресцентного и ICP-MS анализов долеритов РДП
 Table 6. Results of the XRF and ICP-MS analyses of the RDB dolerites

Sample	3417-45,3	3419-212,5	3420-205,8	3424-287,4	3425-105,0	Sample	3417-45,3	3419-212,5	3420-205,8	3424-287,4	3425-105,0
SiO ₂	48,04	48,64	48,22	47,61	48,91	Nb	5,66	5,197	4,887	5,111	6,47
TiO ₂	1,18	1,21	1,12	1,18	1,40	Mo	1,03	0,874	0,806	0,86	0,70
Al ₂ O ₃	16,60	16,33	16,02	15,66	19,41	Ag	0,07	—	—	—	0,12
Fe ₂ O ₃	12,36	13,59	14,33	15,26	12,14	Cd	0,10	0,226	0,243	0,305	0,25
MnO	0,31	0,19	0,19	0,19	0,23	In	0,08	0,093	0,085	0,116	0,08
MgO	6,31	6,29	7,17	7,06	8,77	Sn	—	1,031	3,13	1,139	—
CaO	11,05	9,80	9,69	9,23	2,80	Cs	0,52	0,811	1,337	2,066	2,48
Na ₂ O	2,48	2,56	2,41	2,46	1,76	Ba	228,59	200,2	184,3	182,6	506,04
K ₂ O	0,51	0,52	0,57	0,55	3,44	La	11,25	9,737	8,65	8,877	7,88
P ₂ O ₅	0,17	0,20	0,18	0,19	0,18	Ce	24,08	22,72	20,18	21,03	18,81
SO ₃	0,19	—	—	—	0,19	Pr	3,35	3,094	2,731	2,899	2,65
LOI	0,02	1,22	0,66	1,32	6,3	Nd	15,06	13,97	12,49	13,21	12,07
Sum	99,20	100,55	100,57	100,70	99,24	Sm	3,78	3,561	3,122	3,274	3,07
Li	11,32	—	—	—	90,70	Eu	1,36	1,274	1,134	1,164	1,27
Be	0,76	0,528	0,422	0,532	0,95	Gd	4,36	3,765	3,195	3,443	3,55
Sc	32,93	36,95	34,32	35,08	11,10	Tb	0,70	0,641	0,557	0,583	0,58
V	188,85	199	183,2	192	204,06	Dy	4,58	4,004	3,454	3,636	3,70
Cr	100,71	113,6	105	110,2	98,36	Ho	0,95	0,853	0,712	0,763	0,77
Co	61,04	52,71	50,17	51,09	53,63	Er	2,75	2,368	2	2,132	2,19
Ni	37,50	38,65	37,52	37,52	37,27	Tm	0,40	0,35	0,306	0,325	0,32
Cu	27,57	28,83	27,2	26,62	29,84	Yb	2,57	2,347	2,05	2,183	2,07
Zn	100,77	120,5	101,4	105,9	105,40	Lu	0,39	0,38	0,327	0,35	0,31
Ga	16,35	19,58	18,57	18,98	19,05	Hf	—	2,292	1,993	2,208	—
Ge	—	1,961	1,893	2,267	—	Ta	—	0,509	0,666	0,469	—
As	0,94	—	—	—	0,38	W	—	0,482	0,4	0,614	—
Rb	12,30	12,13	17,97	23,08	182,43	Tl	0,13	—	—	—	2,09
Sr	300,48	287,1	276,7	279,6	186,58	Pb	1,80	1,8448	1,6651	1,7102	2,32
Y	25,12	24,96	20,68	21,98	17,73	Th	0,94	0,86	0,74	0,861	0,83
Zr	—	84,51	76,36	83,06	—	U	—	0,28	0,229	0,25	0,32

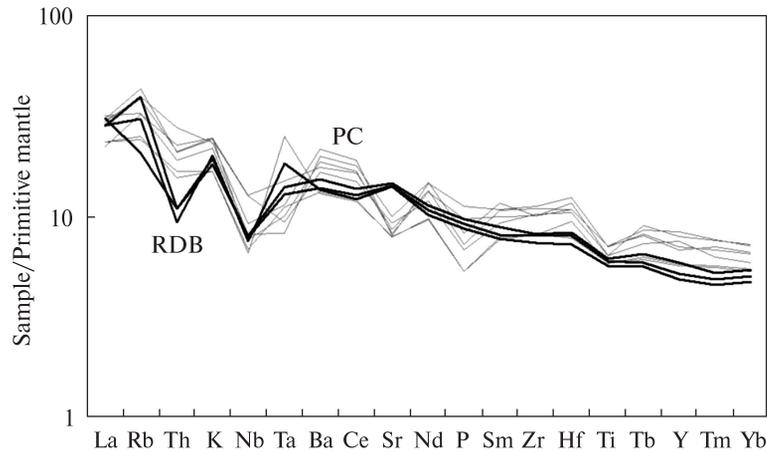


Рис. 5. Распределение несовместимых микроэлементов в долеритах РДП (RDB), нормированное на примитивную мантию. Для сравнения показано распределение несовместимых микроэлементов в долеритах прутковского комплекса (PC) Волынского мегаблока УЩ (Supplemental data for Primitive Mantle / Ed. by W. McDonough. — <http://earthref.org/GERM>)

Fig. 5. Primitive mantle normalized distribution of incompatible elements in the RDB dolerites. Dolerites of the Prutivka complex (PC) from the Volyn terrain of the Ukrainian Shield are shown for comparison (Supplemental data for Primitive Mantle / Ed. by W. McDonough. — <http://earthref.org/GERM>)

По сравнению с близкими по основности петрографическими разновидностями прутковского комплекса, долериты РДП несколько обеднены Ni (37–38 г/т). Концентрация прочих совместимых микроэлементов — V (180–200), Cr (100–110), Co (50–60 г/т) такая же, как и в породах прутковского комплекса. Вместе с тем в них заметно меньше K_2O и TiO_2 , а также многих несовместимых микроэлементов: Zr, Hf, U, Th, Y, TR. Хондрит-нормированные графики распределения редкоземельных элементов в долеритах РДП (рис. 4) относятся к слабодифференцированному "голеитовому" типу. Суммарное содержание редкоземельных элементов ΣTR_n в 24–30 раз превышает хондритовое, характерно незначительное обогащение легкими лантаноидами по отношению к тяжелым $La/Yb_n = 2,8–3$, а также практи-

ческое отсутствие европейских аномалий $Eu/Eu^* = 0,97–1,04$.

Инициальные отношения изотопов неодима $\epsilon Nd_{1800} = +0,7–0,9$ и стронция $^{87}Sr/^{86}Sr = 0,70274–0,70381$ (табл. 7) в долеритах РДП подобны установленным в дайках прутковского комплекса [5]. Они свидетельствуют об умеренно деплетированном мантийном источнике магмагенерации. Модельный Nd возраст магматического источника ограничивается цифрами $T_{DM} = 2,37–2,41$ млрд лет и $T_{CHUR} = 1,64–1,67$ млрд лет. По сравнению со средним составом примитивной мантии, дайковые породы РДП значительно обеднены совместимыми микроэлементами (за исключением V) и обогащены всеми без исключения несовместимыми. Спайдер-диаграммы, нормированные на состав примитивной мантии (рис. 5),

Таблица 7. Изотопный состав стронция и неодима в долеритах РДП

Table 7. Sr and Nd isotope composition of the RDB dolerites

Sample	Sm	Nd	$^{147}Sm/^{144}Nd$	$^{143}Nd/^{144}Nd \pm 2\sigma$	$^{143}Nd/^{144}Nd_{(1800)}$	ϵNd_{1800}
3417-45,3	3,78	15,06	0,1518	$0,512148 \pm 8$	0,510351	0,8
3419-212,5	3,63	14,18	0,1548	$0,512176 \pm 4$	0,510343	0,7
3424-287,4	3,35	13,20	0,1535	$0,512172 \pm 4$	0,510355	0,9
Sample	Rb	Sr	$^{87}Rb/^{86}Sr$	$^{87}Sr/^{86}Sr \pm 2\sigma$	$^{87}Sr/^{86}Sr_{(1800)}$	ϵSr_{1800}
3417-45,3	12,3	300,5	0,1184	$0,706872 \pm 11$	0,70381	19
3419-212,5	23,1	279,6	0,2391	$0,708927 \pm 17$	0,70274	3
3424-287,4	12,1	287,1	0,1219	$0,706677 \pm 16$	0,70352	14

демонстрируют обогащение крупноионными элементами по отношению к высокозарядным с выразительными отрицательными аномалиями Th и Nb. Им свойственно отсутствие отрицательных аномалий Sr, P, Ti, столь характерных для долеритов прутковского комплекса.

Обсуждение результатов и выводы. В результате выполненных исследований установлено, что среди неметаморфизованных базитовых даек, интрузирующих палеопротерозойский кристаллический фундамент в южной части Ингульского мегаблока УЩ, широко распространены дайки оливиновых долеритов. Они принадлежат к долерит-диабазовой формации — индикаторной для субплатформенной стадии развития древних платформ и представляющей палеоаналог континентальной плато-базальтовой (трапповой) формации фанерозоя. Типичные представители долерит-диабазовой формации выявлены в пределах Розановского дайкового поля, слагающего юго-западный фланг Бобринецкого дайкового пояса.

Наиболее характерные минералого-петрографические особенности долеритов РДП таковы: 1) кайнотипность, обуславливающая хорошую сохранность первичных структур и минерального состава, свойственных основным дайковым породам нормального ряда щелочности; 2) мелкокристаллические афировые или микропорфировые структуры с мономинеральным плагиоклазовым или же оливин-плагиоклазовым парагенезисом вкрапленников; 3) высокая варибельная основность плагиоклаза: An_{51-83} — во вкрапленниках, An_{41-67} — в основной массе; 4) совместное нахождение низкокальциевых клинопироксенов с умеренно- и высококальциевыми: пижонитов $Wo_{8-15} \times En_{53-67}$ с субкальциевыми авгитами $Wo_{16-21} \times En_{48-59}$ и авгитами $Wo_{28-38} En_{37-54}$; 5) повышенная варибельная магнезиальность пироксенов и оливинов Fo_{40-76} ; 6) титаномagnetит-ильменитовый парагенезис Fe-Ti оксидно-рудных минералов.

В геохимическом отношении это основные породы нормального ряда щелочности, представленные умеренноглиноземистыми разновидностями толеитовой натровой серии. Кайнотипные оливиновые долериты, петрографически подобные розановским, также установлены авторами в керне скважин, пробуренных на площади Новоукраинского дайкового поля (НДП), расположенного на северо-западном фланге Бобринецкого дайкового пояса. Несмотря на то, что геохимические исследования долеритов НДП еще продолжаются, их уже сейчас можно, с большой долей вероятности, отнести к все той же долерит-диабазовой формации. Анализируя пространственное размещение даек долерит-диабазовой формации можно сделать вывод о том, что они развиты на всем протяжении Бобринецкого дайкового пояса. Принимая во внимание тот факт, что изученные образцы долеритов НДП абсолютно не затронуты процессами околотрещинной альбитизации и щелочного метасоматоза, столь свойственными гранитоидам Новоукраинского массива, нижнюю возрастную границу формирования долерит-диабазовой формации ИМБ можно обозначить цифрой 1,80 млрд лет, принятой [8] для датирования ураноносных альбититов ИМБ. Судя по условиям залегания и петрографическим особенностям, дайки РДП и НДП представляют собой подводящие каналы вулканических аппаратов трещинного типа, маркирующие древнюю провинцию траппового магматизма, располагавшуюся в южной части ИМБ УЩ. Возрастные и генетические взаимоотношения долерит-диабазовой формации ИМБ с интрузивными образованиями прутковского комплекса (PR_{1pr}), локализованного в северо-западной части УЩ, требуют дальнейшего изучения. Практическое значение выявления этой формации определяется потенциальной Cu-Ni специализацией многих известных долерит-диабазовых комплексов, в том числе и прутковского.

ЛИТЕРАТУРА

1. Єсипчук К.Ю., Бобров О.Б., Степанюк Л.М., Щербак М.П., Глеваський Є.Б., Скобелев В.М., Дранник А.С., Гейченко М.В. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (схема та поясн. записка). — К. : УкрДГРІ, НСК України, 2004. — 30 с.
2. Крутиховская З.А., Пашкевич И.К., Подоляко С.Н., Силина Н.М., Стебновская Т.П. Закономерности распределения дайковых комплексов Украинского щита // Геофиз. сб. — 1976. — Вып. 74. — С. 61—74.
3. Митрохин О.В., Вишнеўська Є.О. Мінералого-петрографічні особливості долеритів Розанівського дайкового поля (південна частина Інгульського мегаблоку Українського щита) // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. — 2014. — Вип. 64. — С. 18—21.

4. Усенко І.С., Щербак І.Б., Сироштан Р.І. Метаморфізм Українського щита. — Київ : Наук. думка, 1982. — 308 с.
5. Шумлянський Л.В., Зинченко О.В., Моляк В.Г. Геологічне положення і особливості речовинного складу мезопротерозойської траппової асоціації Северо-Западного блоку Українського щита // *Мінерал. журн.* — 2002. — 24, № 1. — С. 53—63.
6. Шумлянський Л.В., Митрохін О.В., Богданова С.В., Братчук О.М., Якубенко П.Ф. U-Pb по цирконах ізотопний вік порід Корсунь-Новомиргородського анортозит-рапаківігранітного плутону // *Геолог України.* — 2008. — № 1—2. — С. 77—85.
7. Шуркін К.А., Митрофанов Ф.П. Магматическіє формації раннього докембрія території СРСР : В 3 т. — М. : Недра, 1980. — Т. 3 : Орогенний і субплатформний магматизм раннього докембрія. — 266 с.
8. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная І.М., Пономаренко А.Н., Шумлянський Л.В. Геохронологія раннього докембрія Українського щита. Протерозой. — Київ : Наук. думка, 2008. — 240 с.
9. Щербак І.Б. Петрологія Українського щита. — Львів : ЗУКЦ, 2005. — 366 с.
10. Bogdanova S.V., Gintov O.B., Kurlovich D.M., Lubnina N.V., Nilsson K.M., Orlyuk M.I., Pashkevich I.K., Shumlyansky L.V., Starostenko V.I. Late Palaeoproterozoic mafic dyking in the Ukrainian Shield of Volgo-Sarmatia caused by rotation during the assembly of supercontinent Columbia (Nuna) // *Lithos.* — 2013. — P. 1—21.

Поступила 16.12.2014

REFERENCES

1. Esyрchuk, K.Yu., Bobrov, O.B., Stepanyuk, L.M., Shcherbak, M.P., Glevaskiy, E.B., Skobelev, V.M., Drannik, A.S. and Geichenko, M.V. (2004), *Correlation chronostratigraphic chart of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield (Explanatory note)*, UkrDGRI, NCK of Ukraine, Kyiv, 30 p.
2. Krutikhovskaya, Z.A., Pashkevich, I.K., Podolyanko, S.N., Silina, N.M. and Stebnovskaya, T.P. (1976), *Geophys. coll.*, Выр. 74, pp. 61-74.
3. Mitrokhin, A.V. and Vishnevskaya, E.A. (2014), *Visnyk of Kyiv Univ., Geology*, Vol. 64, pp. 18-21.
4. Usenko, I.S., Shcherbakov, I.B. and Syroshtan, R.I. (1982), *Metamorphism of the Ukrainian Shield*, Nauk. dumka, Kyiv, 308 p.
5. Shumlyansky, L.V., Zinchenko, O.V. and Molyavko, V.G. (2002), *Mineralogical Journal (Ukraine)*, Vol. 24 No 1, pp. 53-63.
6. Shumlyansky, L.V., Mytrokhyn, O.V., Bogdanova, S.V., Bratchuk, O.M. and Yakubenko, P.F. (2008), *Geologist of Ukraine*, No 1-2, pp. 77-85.
7. Shurkin, K.A. and Mitrophanov, F.P. (1980), *Magmatic associations of the Early-Precambrian on the territory of USSR*, Vol. 3, Orogenic and subplatform magmatism of the Early Precambrian, Nedra, Moscow, 266 p.
8. Shcherbak, M.P., Artemenko, G.V., Lesnaya, I.M., Ponomarenko, O.M. and Shumlyansky, L.V. (2008), *Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Proterozoic*, Nauk. dumka, Kyiv, 240 p.
9. Shcherbakov, I.B. (2005), *Petrology of the Ukrainian Shield*, ZUKC, Lvov, 366 p.
10. Bogdanova, S.V., Gintov, O.B., Kurlovich, D.M., Lubnina, N.V., Nilsson, K.M., Orlyuk, M.I., Pashkevich, I.K., Shumlyansky, L.V. and Starostenko, V.I. (2013), *Lithos*, pp. 1-21.

Received 16.12.2014

О.В. Митрохін¹, Л.В. Шумлянський², Є.О. Вишневіська¹

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка
03022, м. Київ, Україна, вул. Васильківська, 90
E-mail: mitrokhin.a.v@yandex.ua; genyuvishnevskia@mail.ru

² Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України
03680, м. Київ-142, Україна, пр. Акад. Палладіна, 34
E-mail: lshumlyansky@yahoo.com

ПЕТРОГРАФІЯ, ГЕОХІМІЯ ТА ФОРМАЦІОННА ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ ДОЛЕРИТІВ БОБРИНЕЦЬКОГО ДАЙКОВОГО ПОЯСУ (ІНГУЛЬСЬКИЙ МЕГАБЛОК УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА)

Досліджено неметаморфізовані базитові дайки Бобринецького дайкового поясу (БДП), які інтродують палеопротерозойський кристалічний фундамент Інгульського мегаблоку Українського щита. Мета досліджень — уточнення геологічної позиції БДП, визначення мінералого-петрографічних та геохімічних особливостей дайкових порід, з'ясування їхньої формаційної приналежності. Встановлено, що серед дайкових утворень БДП розповсюджені кайнотинні олівінові долерити. Умови залягання, структурно-текстурні особливості та речовинний склад дозволяють ідентифікувати їх як гіпабісальних представників долерит-діабазової формації докембрію, що є палеоаналогом континентальної плато-базальтової (траппової) асоціації фанерозою. Найбільш характерними мінералого-петрографічними особливостями долеритів БДП є: 1) кайнотинний характер; 2) повнокристалічні афірові або мікропорфірові структури; 3) висока мінлива основність плагіоклазу: An₅₁₋₈₃ — у вкраплениках, An₄₁₋₆₇ — у загальній масі; 4) сумісне знаходження піжонітів Wo₈₋₁₅En₅₃₋₆₇ з авгітами Wo₂₈₋₃₈En₃₇₋₅₄; 5) підвищена мінлива

магнезiальнiсть пiроксенiв та оливiнiв; 6) титаномагнетит-iльменiтовий парагенезис рудних мiнералiв. У геохiмiчному вiдношеннi долерити БДП — це основнi породи нормального ряду лужностi толеїтової натрової серії. Iнiцiальнi спiввiдношення $\epsilon Nd_{1800} = +0,7-0,9$ та $^{87}Sr/^{86}Sr = 0,70274-0,70381$ свiдчать про помiрно деплетоване мантийне джерело магмогенерації. Модельний Nd вiк магматичного джерела складає $T_{DM} = 2,37-2,41$ та $T_{CHUR} = 1,64-1,67$ млрд рр. Практичне значення долерит-диабазової формації БДП може визначитися потенційною Cu-Ni спеціалізацією багатьох вiдомих долерит-диабазових комплексiв.

Ключові слова: петрологія, дайкові породи, долерити, Український щит.

A.V. Mitrokhin¹, L.V. Shumlyansky², E.A. Vishnevskaya¹

¹ Taras Shevchenko Kyiv National University

90, Vasylkivska Str., Kyiv, Ukraine, 03022

E-mail: mitrokhin.a.v@yandex.ua; genyishnevskia@mail.ru

² M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy

and Ore Formation of NAS of Ukraine

34, Acad. Palladina Pr., Kyiv-142, Ukraine, 03680

E-mail: lshumlyansky@yahoo.com

PETROGRAPHY, GEOCHEMISTRY AND ROCK ASSOCIATION
AFFINITY OF DOLERITES OF THE BOBRYNETS DYKE BELT
(INGUL TERRAIN OF THE UKRAINIAN SHIELD)

The objects of research are non-metamorphized basic dykes of the Bobrynets Dyke Belt (BDB) intruded into the Paleoproterozoic crystalline basement of the Ingul terrain of the Ukrainian Shield. The goal, data and methods of research. Specification of geological position of the BDB, detection of mineralogical, petrographical and geochemical features of dyke rocks as well as clarification of their affinity for certain petrographical association were the purposes of researches. The core samples were studied using optical and electron microscopy, the electron probe microanalysis, XRF and ICP-MS methods. Obtained results and conclusions. Authors established the prevalence of non-metamorphized olivine dolerites within the BDB. Mode of occurrence, microtextural features and composition allow their identification as hypabyssal members of the Precambrian dolerite-diorite association. This association is a paleoanalogue of the continental plateau basalt association of the Phanerozoic. The most prominent petrographic features of the BDB dolerites are: 1) their cainotypic character; 2) holocrystalline aphyric or microporphyric textures; 3) high but variable Ca in the plagioclase: An_{51-83} in the phenocrysts and An_{41-67} in the groundmass; 4) simultaneous occurrence of pigeonite $Wo_{8-15}En_{53-67}$ and augite $Wo_{28-38}En_{37-54}$; 5) high but variable Mg in pyroxene and olivine; 6) Ti-magnetite-ilmenite association of ore minerals. Studied dolerites are low alkaline basic rocks relevant to tholeiitic series. The initial values $\epsilon Nd_{1800} = +0,7-0,9$ and $^{87}Sr/^{86}Sr = 0,70274-0,70381$ testify to moderately depleted mantle source. Model Nd ages of magmatic source are $T_{DM} = 2,37-2,41$ and $T_{CHUR} = 1,64-1,67$ Ga. Practical value of the BDB dolerite-diorite association can be defined by potential Cu-Ni specialization of many known dolerite-diorite complexes.

Keywords: petrology, dyke rock, dolerites, Ukrainian Shield.