

СТРУКТУРНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАЕК ДОЛЕРИТОВ СУХОЛОЖСКО-ТЕЧЕНСКОЙ ЗОНЫ УРАЛЬСКОГО ОРОГЕНА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОБСТАНОВОК ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

© 2016 г. Е. Н. Волчек, В. М. Нечеухин, В. С. Червяковский

*Институт геологии и геохимии УрО РАН
620016, г. Екатеринбург, ул. Акад. Вонсовского, 15*

Поступила в редакцию 17.03.2016 г.

Принята к печати 26.04.2016 г.

В пределах Сухоложско-Теченской зоны аккреционно-коллизийного сегмента восточной периферии Уральского орогена в ассоциации с раннекаменноугольными вулканитами и флишиодными толщами имеются площади развития даек долеритов. Дайки приурочены к разрывным нарушениям меридионального и субмеридионального простирания. По содержанию TiO_2 , ряду элементов-примесей среди долеритов выделены разности с геохимическими метками внутриплитных образований. Геологические и геохимические данные позволяют сделать вывод о том, что они формировались в условиях растяжения фрагментов композитной коры, в которой важную роль играли крупные континентальные террейны.

Ключевые слова: *дайки долеритов, петрогеохимические характеристики, композитная кора.*

Для тектонических и геодинамических реконструкций определен интерес представляют дайковые комплексы основного и среднего состава, которые слагают индивидуализированные системы, часто не сопровождаемые магматическими образованиями. Комплексы и серии таких систем имеют площадное проявление на щитах и выступах континентальных плит среди преимущественно терригенно-осадочных и карбонатных отложений, в составе структур внутриплитного рифтогенеза и в сложении других структур, относимых к широкому ряду геодинамических условий. Выделялись они и на Урале [7, 13]. Можно полагать, что формирование таких индивидуализированных систем должно сопровождаться изменением условий образования их магматических и флюидных источников, а также влиять на их петрогеохимические характеристики.

Подобные типы дайковых комплексов имеются в структуре Сухоложско-Теченской зоны. Образования зоны вместе с расположенными западнее габбро-ультрабазитовыми массивами, вулканогенно-осадочными отложениями и дифференцированными вулканическими сериями слагают сложно построенную структуру по восточной периферии средней части Уральского орогена, которая на тектоногеодинамической схеме обозначена в качестве Восточного аккреционно-коллизийно-покровного сегмента [11]. Последний на западе ограничен Адуйско-Мурзинским гранитоидным массивом (континентальным террей-

ном) и системой продолжающих его коллизийных швов, а на востоке погружается под мезозойско-кайнозойский чехол Западно-Сибирской плиты.

В пределах зоны дайки приурочены к разрывным нарушениям меридионального и субмеридионального простирания и залегают в толщах терригенно-карбонатных отложений верхнедевонско-раннекаменноугольного возраста. В литературе они были описаны сначала в составе осадочно-вулканогенной формации раннекаменноугольного возраста (C_1) [9], затем – базальт-андезит-дацит-риолитового комплекса визейского возраста (C_1bk) [14]. Нами раннекаменноугольные вулканогенные и карбонатные породы зоны по фациальным и петрогеохимическим параметрам отнесены к образованиям краевого вулканогенного пояса [1], а дайки долеритов рассмотрены предположительно как отдельные образования, особенности состава которых потребовали дополнительного изучения. Для этого были привлечены новые петрогеохимические и изотопные (Sr, Nd) данные.

Химико-аналитические исследования проводились в лаборатории физических и химических методов исследования (ФХМИ) Института геологии и геохимии УрО РАН. Анализ редких и редкоземельных элементов в вулканитах выполнялся на ICP MS анализаторе ELAN 9000 (аналитик Д.В. Киселева). Состав окислов определялся рентгено-спектральным флуоресцентным методом на СРМ-18 и EDX-900HS (Na_2O) (аналитики Н.П. Горбунова, Г.С. Неупокоева). Изотопные ис-

следования также осуществлялись в лаборатории ФХМИ на термоионизационном масс-спектрометре Triton Plus фирмы Thermo Fisher Scientific (зав. группой Н.А. Солошенко).

Дайки и sillы долеритов и габбро-долеритов встречаются на всем протяжении зоны. Эти образования мы изучали на участке протяженностью около 200 км от р. Нейва до р. Исеть [2] (рис. 1). Наибольшее их количество наблюдается в береговых обнажениях р. Камышенка. Пространственно данная территория приурочена к Смоленскому па-

кету тектонических пластин, структурный план которого определяют Бекленищевский надвиг, Смоленский и Тыгышский разломы северо-восточного простирания и Исетский глубинный разлом северо-западного простирания, разбивающих территорию на серию более мелких блоков [8, 10]. Осадочные отложения блоков различаются по геологическому возрасту, литологическому составу и характеру залегания. Они представлены терригенными образованиями фаменского яруса верхнего девона, карбонатно-кремнисто-терригенными породами раннетурнейского возраста и карбонатно-терригенными отложениями раннего и позднего визе, а также терригенно-карбонатными отложениями башкирского яруса среднего карбона [10].

Скальные выходы долеритов прослеживаются во всех блоках по обоим берегам р. Камышенки от ее устья вверх по течению. Большое их скопление выявлено на участке меридионального течения реки, где они залегают в толще раннекаменноугольных терригенно-карбонатных отложений, представленных чередованием аргиллитов и алевролитов с прослоями известняковых песчаников и известняков (рис. 2). Долериты образуют тела площадью 0.8–2.0 км², вытянутые в северо-восточном направлении на 4.0–5.0 км. Самое крупное из них находится в 0.5 км выше устья и наблюдается по левому берегу реки на протяжении 115 м. Тело имеет зональное строение, выражающееся в постепенной смене крупнозернистых разновидностей долеритов средне- и мелкозернистыми от центральных частей к краевым. Глинистые породы на контакте с долеритами изменены и уплотнены. Вдоль восточного контакта залежи вмещающие породы имеют зеленовато-серый цвет и представляют собой

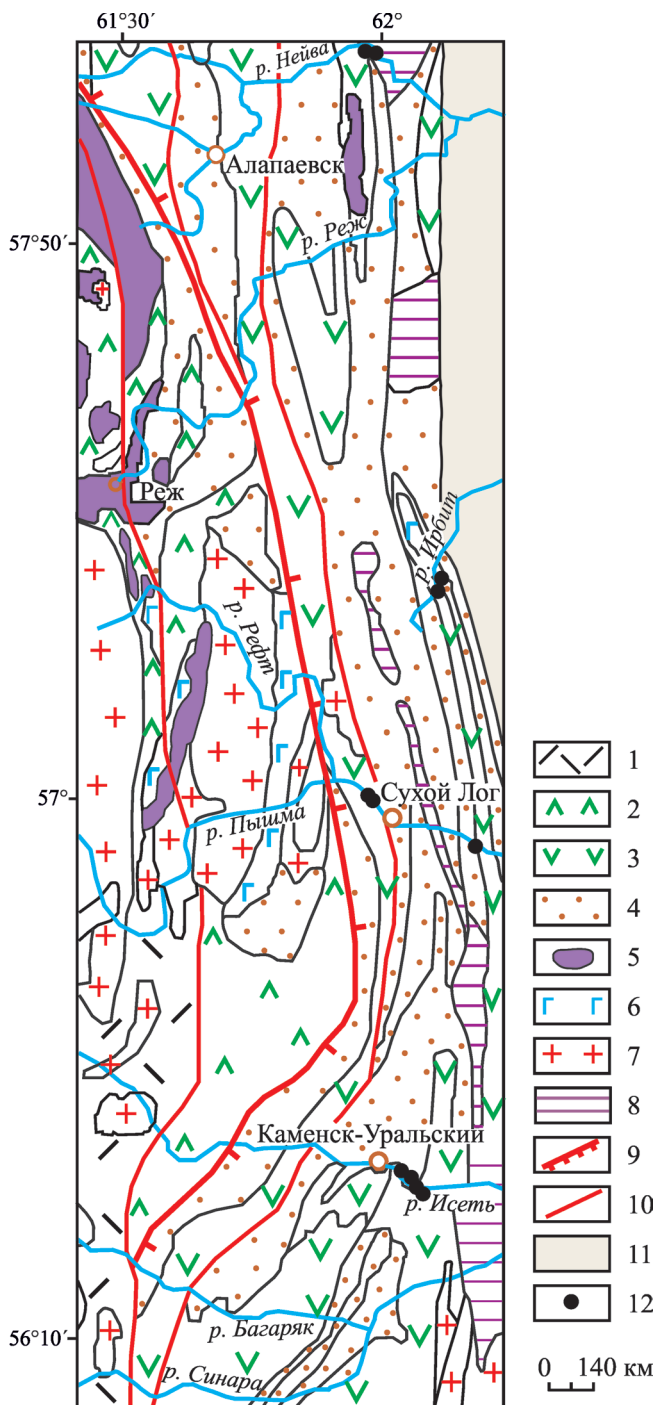


Рис. 1. Геологическая карта Среднеуральской части Алапаевско-Теченской зоны [3] с некоторыми изменениями.

1 – нижнепалеозойские сланцевые комплексы (углеродистые, метатерригенные, метабазитовые сланцы); 2 – силурийско-девонские вулканогенные и осадочные толщи; 3 – среднедевон–раннекаменноугольные вулканогенные и вулканогенно-осадочные толщи; 4 – известняки и флишодные толщи; 5 – серпентиниты и альпинотипные ультрамафиты; 6 – габброиды; 7 – гранитоиды; 8 – триас-юрские образования; 9 – главный надвиг; 10 – разломы; 11 – чехол; 12 – места изучения даек долеритов.

Fig. 1. Geological map of the middle part of the East-Uralian megazone [3].

1 – Lower-Paleozoic schist complexes (carbonaceous, metaterrigenous, metabasite shists); 2 – Silurian-Devonian volcanogenic and sedimentary series; 3 – Middle Devonian–Early Carboniferous volcanogenic and sedimentary series; 4 – limestones and flysch strata; 5 – serpentinites and alpin-type ultramaphites; 6 – gabbroids; 7 – granitoids; 8 – Triass-Jurassic formations; 9 – the main thrust; 10 – faults; 11 – cover; 12 – place of study dolerite dykes.

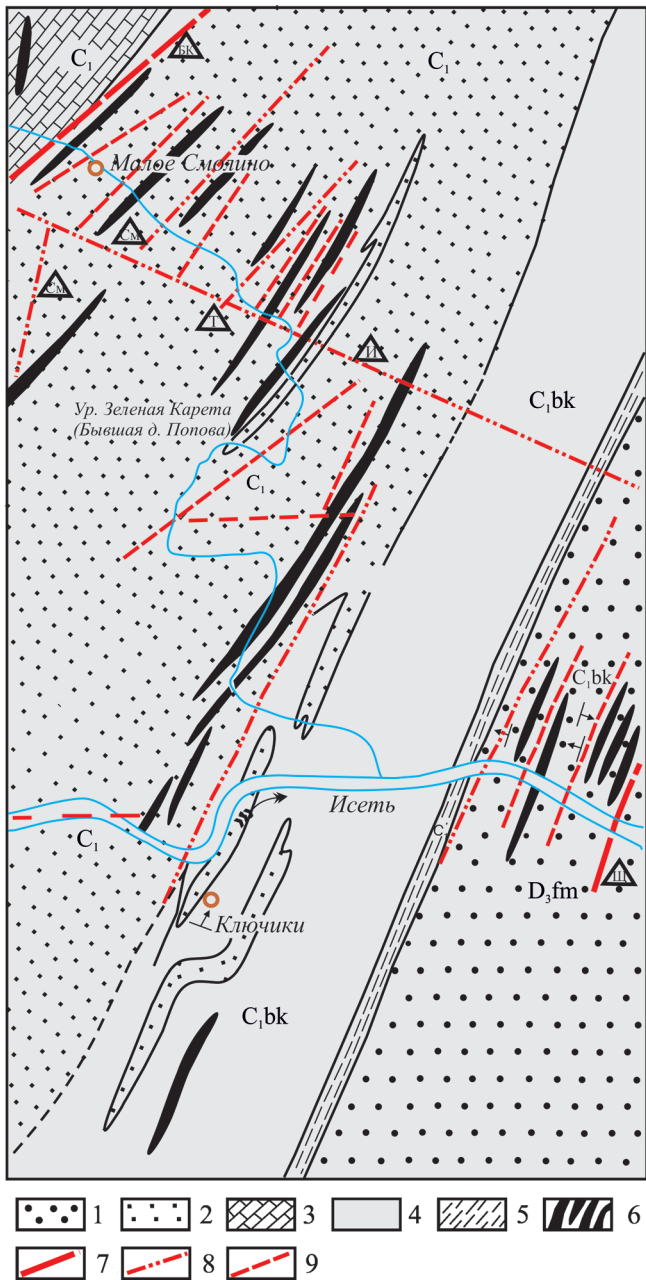


Рис. 2. Схема геологического строения нижнего течения р. Камышенка (по материалам [8, 10, 12]).

1 – (D_3fm) верхний девон, фаменинский ярус: алевролиты, песчаники с прослоями известняков; 2–3 – (C_1) раннекаменноугольные осадочные образования: 2 – преимущественно терригенные, 3 – известняки и флишеидные толщи; 4 – (C_1,bk) бекленищевская свита, вулканогенные породы основного состава; 5 – кремнистые сланцы, песчаники и конгломераты; 6 – дайки долеритов; 7 – региональный надвиг 8 – региональные разломы; 9 – разломы высоких порядков.

Fig. 2. Scheme of geological structure of the lower stream Kamishenka River (compiled by [8, 10, 12].

1 – (D_3fm) Upper Devonian, Famennian stage, aleurolites, sandstones with interbeds of limestones; 2–3 – (C_1) Lower Carboniferous sedimentary formations: 2 – main-

ly terrigenous, 3 – limestone and fish strata; 4 – (C_1,bk) Beklenischevskaya suite, volcanogenic rocks basic composition; 5 – cherty slates, sandstones and conglomerates; 6 – dolerite dykes; 7 – regional thrust; 8 – regional faults; 9 – faults of high order.

мелькие осколки, погруженные в пелитовую массу. Предполагается, что эта порода представляла собой илистый осадок, измененный под воздействием внедрившегося вулканита [5].

Вверх по течению на одном из участков левого берега реки долериты имеют коленообразные изгибы, повторяющие форму складок в рассланцованных аргиллитах. Выше в разрезе среди тонкопереслаивающихся известковистых аргиллитов и алевролитов с частыми прослоями известняков с фауной устьгреховского и жуковского горизонтов распространены редкие маломощные дайки неравномерно измененных долеритов. Они карбонатизированы и хлоритизированы. Отложения жуковского горизонта представлены пачкой плитчатых монотонно переслаивающихся алевролитов, аргиллитов, песчаников, тонкозернистых спиккуловых известняков с отчетливо выраженной градиционной сортировкой [10]. Породы имеют нормальное моноклинальное залегание, западное и северо-западное падение.

На участке от устья р. Камышенка вниз по течению р. Исеть на протяжении 150 м насчитывается семь долеритовых даек. В этом разрезе дайки приурочены к верхней части фаменинского яруса и выделены в дайковую толщу [17]. Ее основной объем составляют тонкоплитчатые темно-серые алевролитистые аргиллиты с линзами и прослоями мелко- и среднезернистых песчаников зеленовато-серого цвета с примесью гравийного материала. Разрез карбонатно-терригенных образований на этом участке является опорным для верхнего девона и уникальным по последовательности, не повторяющейся более на восточном склоне Урала [17]. Дайки долеритов формируют небольшие тела мощностью до 3.5 м, вытянутые в северо-восточном направлении. Они равномернозернисты во всех участках, в них фиксируется маломощная (до 1 см) бурая корочка закалывания.

Крупное тело долеритов под названием Смолинский Камень находится на левом берегу р. Исеть против восточной окраины села Смолинского. Долериты залегают среди интенсивно дислоцированных терригенных пород угленосной толщи. Центральная часть тела сложена среднезернистыми долеритами, к краевым частям зернистость основной массы уменьшается. Западную часть обнажения слагают зеленовато-серые долериты. Вблизи контакта с перекрывающими их осадочными породами встречаются миндалекаменные разности. В дайке наблюдается зона закалки мощностью 60, иногда 80 см. В долеритах из центральной части тела

присутствуют вкрапленники пироксена и плагиоклаза размером до 3–5 мм.

В средней части зоны, в береговых обнажениях р. Пышма дайки долеритов секут разнообломочные литокристаллокластические туфы андезибазальтового состава среднедевонского возраста. Обломки в них представлены андезитами с мелкопорфировой структурой и интерсертальной и гиалопилитовой основной массой с обилием разложенного бурого стекла. Также в обломках встречаются базальты с миндалекаменной, пемзовой текстурой, с гломеропорфировой, порфировой структурой, с гиалиновой, гиалопилитовой, пилотакситовой, интерсертальной основной массой. Цемент преимущественно пепловый. Мощность даек 0.5–1.2 м, контакты имеют зону закалывания.

Крупные обнажения долеритов находятся на севере зоны в районе рек Ирбит и Нейва, где они размещаются в известняках с верхнедевонской фауной и туфогенно-осадочных отложениях. Комплексы осадочных образований в береговых обнажениях р. Ирбит представлены верхнедевонскими и каменноугольными толщами. Около западной окраины с. Одино, несколько восточнее с. Писанского, в виде скалы, известной под названием Писаный Камень, обнажаются серые массивные известняки, возраст которых по уточненным данным соответствует верхней части доманиковского горизонта [16]. Налгающие на них грязно-зеленые песчаники и сланцы слагают мощную сложно дислоцированную толщу, относящуюся частью к фаменскому ярусу, а частью – к турнейскому. Породы протягиваются по долине реки, главным образом по ее правому склону, до восточного конца с. Одино. Дальше к востоку, по правому склону долины до устья небольшого ручья, впадающего с севера в р. Ирбит, обнажаются разнообразные обломочные породы, тождественные породам угленосной толщи Каменского района [12]. В долине этого ручья темные плотные известняки образуют невысокие скалы.

Изучение петрохимического состава долеритов показало их принадлежность к породам нормального и умеренно-щелочного петрохимического ряда. Содержание калия варьирует в пределах от 0.3 до 1.6 мас. %. Низкое содержание калия отмечается для крупнозернистых габбро-долеритов. По содержанию титана они относятся к умеренно- и высокотитанистым. Наиболее высокое содержание TiO_2 (2.4–4.7 мас. %) характерно для долеритов даек из разрезов р. Камышенка. В долеритах даек из береговых обнажений рр. Исеть и Ирбит содержание TiO_2 ниже (1.3–2.1 мас. %; 1.9–2.7 мас. % соответственно), в долеритах дайки Смолинский Камень – в среднем 1.07 мас. %. По содержанию магния они являются средне- и высокомагнезиальными. В долеритах рр. Камышенка и Ирбит содержание MgO варьирует в пределах 7–12 мас. %, в породах р. Исеть оно более стабильно (5.4–7.0 мас. %).

Содержание P_2O_5 умеренное (0.1–0.3 мас. %), CaO – 7 – 10 мас. %. Содержание Al_2O_3 наиболее высокое в долеритах рр. Пышма и Исеть (в среднем 16 мас. %), в образованиях из других разрезов оно не превышает 12–14 мас. %.

Большее различие в составах изученных горных пород наблюдается по содержанию РЗЭ и характеру их распределения. Долериты Смолинского Камня характеризуются низкими содержаниями легких редкоземельных элементов ($La_n/Sm_n = 0.5–0.8$, $La_n/Yb_n = 0.7–0.8$). Тренды фракционирования РЗЭ по форме отвечают базальтам N-MORB (рис. 3). Отношение Zr/Nb – 40–54. По сравнению с океаническими толеитами (N-MORB) они несколько обогащены Cs, Ba, Sr и обеднены Ti, Th, Nb, Zr, Y. Значения ($^{87}Sr/^{86}Sr$), составляют 0.70477 что выше, чем в базальтах N-MORB (0.7024–0.7030) [18].

Долериты рр. Исеть и Пышма имеют слабо дифференцированный спектр РЗЭ ($La_n/Yb_n = 1.3–2.8$; $La_n/Sm_n = 1.3–2.3$). Содержание рубидия в “исетских” долеритах составляет 14–23 г/т, Nb – 4–9 г/т Zr – 115–173 г/т, иттрия – 17–25 г/т. Долериты, по сравнению со средними океаническими толеитами (N-MORB) [20], обогащены крупноионными литофильными элементами (Rb, Ba, K, Th) и несколько обеднены высокозарядными элементами, что сближает их с базальтами островных дуг (рис. 4а). Отношения изотопов Nd и Sr, измеренные в долеритах

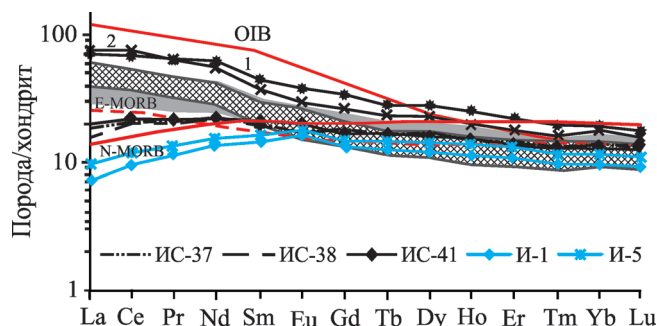


Рис. 3. Распределение редкоземельных элементов в долеритах Сухоложско-Теченской зоны.

ИС-37, -38, -41 – долериты р. Исеть; И-1–И-5 – долериты Смолинского Камня; 1 и 2 – крупнозернистые габбро-долериты р. Ирбит. Залиты поля составов долеритов р. Камышенка (серым цветом) и р. Ирбит (штриховка). Содержания нормированы по хондриту [20]. Для сравнения представлены диаграммы для средних составов базальтов N-MORB, E-MORB, OIB [20].

Fig. 3. Rare earth element distribution in dolerites of the Sukhoi Log-Techa zone.

ИС-37, -38, -41 – dolerites of Iset' River area; И-1–И-5 – dolerites of Smolinsky Kamen'; 1 and 2 – coarse-grain gabbro-dolerites of Irbit River. Spilled field – dolerites from carboniferous deposits of Kamishenka River, hatched field – dolerites of Irbit River. The compositions are normalized on chondrite [20]. For comparison the diagrams are given for middle content basalts N-MORB, E-MORB, OIB [20].

тах р. Пышмы, составляют 0.512901 ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) и 0.70532 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$).

Долериты рр. Камышенка и Ирбит характеризуются более высоким содержанием РЗЭ по сравнению с вышеописанными разностями, в них возрастает роль легких элементов ($\text{La}_N/\text{Yb}_N - 3.7-5.3$; $\text{La}_N/\text{Sm}_N - 2.1-2.6$) (см. рис. 3). Содержание рубидия в долеритах р. Камышенка низкое, в среднем 9.8 г/т, они содержат 12–20 г/т Nb, и 102–255 г/т Zr, 21–58 г/т Y. Долериты р. Ирбит содержат 48–68 г/т Rb, 22–48 г/т Y, ниобий в среднем составляет 20 г/т, Sr – 298–786 г/т. Спектры распределения содержания микроэлементов, нормированных к примитивной мантии [20], имеют максимумы по Ba, Sr и высокозарядным элементам, что свойственно внутриплитным вулканикам, и занимают поле между со-

ставами базальтов E-MORB и OIB (рис. 4б). От долеритов р. Синара, имеющих состав континентальных толеитов [6], долериты Камышенки отличаются более низким значением K, Ba и более высоким Zr, Hf, Ti (см. рис. 4б). Значения отношений изотопов стронция и неодима для них составляют 0.70483 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) и 0.51295 ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$). Полученные изотопные данные, попадают в диапазон характеристик внутриплитных пород океанических островов, происхождение которых связывается с обогащенным мантийным источником [18].

Сопоставление петрогеохимических характеристик изученных долеритов и базальтовых эффузивов раннекаменноугольного базальт-андезит-дацит-риолитового комплекса, имеющего признаки образования активной континентальной окраины [1, 14], показало, что по содержанию литофильных элементов-примесей базальтоидам наиболее близки долериты р. Пышма. По этим же параметрам долериты р. Камышенка и Ирбита проявляют черты сходства с раннекаменноугольными базальтами восточных вулканических поясов Южного Урала, которым присущи признаки внутриплитных обстановок формирования [15].

На диаграмме Ti–Zr [19] фигуративные точки составов долеритов из разрезов по берегам рр. Камышенка и Ирбит ложатся в поле внутриплитных образований. Долериты из других разрезов группируются в поле базальтов вулканических дуг (рис. 5).

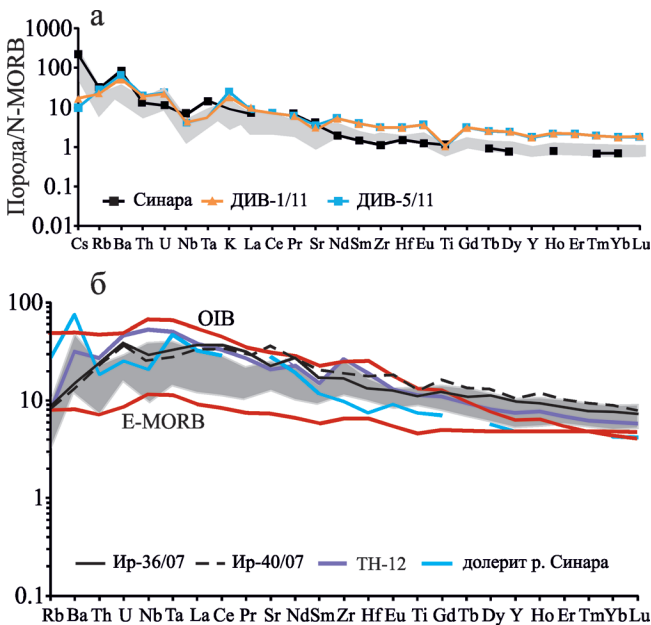


Рис. 4. Спектры распределения элементов-примесей в долеритах даек рр. Исеть и Пышма (а) и рр. Камышенка и Ирбит (б).

а – залитое поле – долериты р. Исеть; ДИБ-1/11, ДИБ-5/11 – долериты р. Пышма; долерит р. Синары – по [6]. Содержания нормированы по N-MORB [20].

б – Ир-36/07, Ир-40/07 – долериты р. Ирбит; ТН-12 – долерит р. Камышенка. Залито поле составов долеритов р. Камышенка. Содержания нормированы по примитивной мантии [20].

Fig. 4. Spider-diagrams for dolerites from areas of the Iset' and Pyshma rivers (a), Kamishenka and Irbit rivers (b).

a – shaded field are dolerites of Iset' River; ДИБ-1/11, ДИБ-5/11 are dolerites of Pyshma River; black square – dolerite of the Sinara River by [6]. Compositions are normalized on N-MORB [20].

b – Ир-36/07, Ир-40/07 – dolerites of the Irbit River; ТН-12 – dolerite of the Kamishenka River, hatched field – some dolerites from the Kamishenka River. Compositions are normalized on primitive mantle [20].

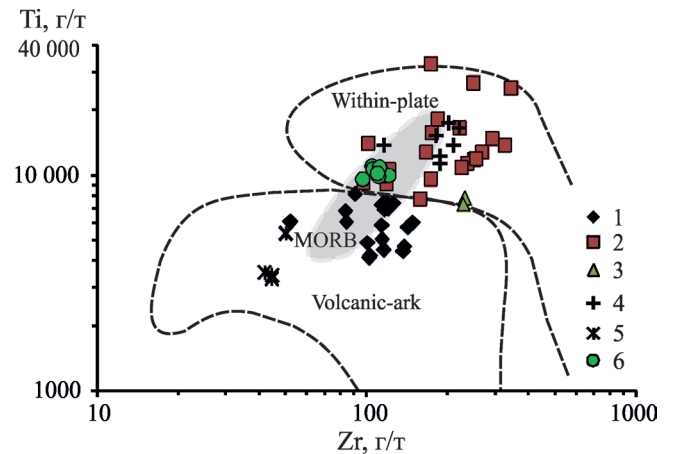


Рис. 5. Дискриминационная диаграмма Ti–Zr для долеритов Сухоложско-Теченской зоны [19].

Поля: MORB – базальты срединно-океанических хребтов, Within-plate – внутриплитные базальты, Volcanic-arc – базальты вулканических дуг. Долериты из разрезов: 1 – р. Исеть, 2 – р. Камышенка, 3 – р. Пышма, 4 – р. Ирбит, 5 – дайка Смолинский Камень, 6 – р. Синара [6].

Fig. 5. Discrimination diagram Ti–Zn for the Sukhoy Log-Techa zone [19].

Dolerites from the sections: 1 – of the Iset' River, 2 – Kamishenka R., 3 – Pyshma R., 4 – Irbit R., 5 – Smolinsky Kamensk', 6 – the Sinara River [6].

По приведенным геологическим данным дайки долеритов, изученные в пределах восточной периферийной части Сухоложско-Теченской зоны, характеризуются рядом особенностей структурного залегания, строения и состава. В частности, их скопления и отдельные тела залегают среди терригенных и терригенно-карбонатных пород. Они отчетливо интродуцируют вмещающие отложения и несут признаки воздействия на них, что может свидетельствовать о более позднем внедрении даек, в том числе относительно эффузивных пород. Геохимические данные показывают, что определенная часть долеритов в пределах зоны имеет параметры внутриплитных образований. В тоже время ранее было установлено, что среди распространенных западнее туфов и лав раннекаменноугольного возраста преобладают вулканы среднего состава, тогда как базальтоиды присутствуют в подчиненном количестве и характеризуются параметрами геодинамических обстановок субдукции [1, 14]. Это не позволяет объединять все изученные долериты и эффузивные породы в единый геодинамический ряд. Еще одна особенность состоит в том, что в составе долеритовых даек устанавливаются разновидности с петрохимическими и геохимическими метками, характерными для N-MORB. Все это создает сложности в реконструкции геодинамики формирования рассматриваемых образований. Необходимо также учитывать, что по геолого-геофизическим материалам и данным сейсмо-структурных профилей к востоку от зоны их проявления отсутствуют крупные континентальные массы [4].

Отмеченные особенности можно объяснить тем, что формирование даек долеритов и вмещающих их осадочных отложений происходило на стадии закрытия палеоокеанического бассейна после накопления эффузивов на располагающейся восточнее коре композитного типа. В сложении коры такого типа (лат. *composition* – соединение, связь) объединяются крупные блоки континентальных террейнов и блоки океанических образований (океанические базальты, островодужные комплексы). По видимому, континентальные террейны, которым здесь отвечали крупный Красногвардейский гранитоидный массив и его аналоги, обеспечивали основные параметры континентальной коры при возникновении даек с внутриплитными характеристиками и накопление вмещающих их терригенно-осадочных и карбонатных отложений, играющих роль чехла террейнов. В свою очередь одновременно здесь присутствовали небольшие блоки океанических образований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волчек Е.Н., Нечеухин В.М. (2014) Особенности формирования восточного сегмента Уральского палеозойского орогена в условиях аккреции и коллизии. *Литосфера*, (6), 45-53.
2. Волчек Е.Н., Слободчиков Е.А., Червяковский В.С. (2015) Петрогеохимические особенности долеритов среднеуральской части Алапаевско-Теченской зоны. *Ежегодник-2014*. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 162, 90-93.
3. Геологическая карта Урала. Масштаб 1 : 1 000 000. (1971) Ред. И.Д. Соболев. М.: Мин. геологии СССР; Мин. геологии РСФСР.
4. Глубинное строение, тектоника, металлогения Урала. (1986) (В.М. Нечеухин, Н.Г. Берлянд, В.Б. Соколов и др.) Свердловск: УНЦ АН СССР, 106 с.
5. Дианова Т.В. (1975) О некоторых фациях раннекаменноугольных вулканитов Восточной зоны. Палеовулканизм Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 99-107.
6. Иванов К.П., Расулов А.Т., Рейхов М.К. (2010) Новые данные о составе и возрасте вулканитов туринской серии на реке Синаре (Средний Урал). *Ежегодник-2009*. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 157, 262-266.
7. Иванов С.Н., Семенов И.В., Червяковский Г.Ф. (1984) Рифтогенез в предконтинентальной стадии развития Урала. *Докл. АН*, 274(2), 387-391.
8. Коровко А.В., Двоеглазов Д.А. (2002) Государственная геологическая карта РФ масштаба 1 : 200 000. Сер. Среднеуральская. Л. О-41-XXXII.
9. Коротеев В.А., Дианова Т.В., Кабанова Л.Я. (1979) Среднепалеозойский вулканизм Восточной зоны Урала. Л.: Наука, 129 с.
10. Кучева Н.А., Степанова Т.И., Волчек Е.Н. (2007) Геологическое строение каменноугольных образований в нижнем течении р. Камышенка (Бассейн р. Исеть, восточный склон Среднего Урала). *Ежегодник-2006*. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 37-42.
11. Нечеухин В.М., Волчек Е.Н. (2015) Тектоно-геодинамическое районирование Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии. *Литосфера*, (6), 5-25.
12. Пронин А.А. (1960) Карбон восточного склона Среднего Урала. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 231 с.
13. Пучков В.Н. (2012) Дайковые рои Урала и ассоциирующие с ними магматические комплексы. *Геотектоника*, (1), 42-52.
14. Смирнов В.Н., Коровко А.В. (2007) Палеозойский вулканизм восточной зоны Среднего Урала. *Геодинамика, магматизм, метаморфизм и рудообразование*. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 395-420.
15. Тевелев Ал.В., Тихомиров П.Л., Дегтярев К.Е. и др. (2005) Геодинамические обстановки формирования каменноугольных вулканических комплексов Южного Урала и Зауралья. *Очерки по региональной тектонике. Т. 1. Южный Урал*. Тр. ГИН РАН, вып. 561. М.: Наука, 213-247.
16. Чувашов Б.И., Анфимов А.Л. (2007) Новый фациальный и возрастной тип органогенных построек на Восточном склоне Урала. *Ежегодник-2006*. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 67-70.
17. Чувашов Б.И., Анфимов А.Л. (2008) Карбонатно-терригенные отложения разреза “Кодинка-Щербаково” – опорный разрез верхнего девона бассейна р. Исеть (восточный склон Среднего Урала). *Ежегодник-2007*. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 88-97.

18. Фролова Т.И., Бурикова И.А. (1997) Магматические формации современных геотектонических обстановок. М.: МГУ, 320 с.
19. Pearce J.A. (1982) Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. *Andesites* (Ed. R.S. Thorpe). Chichester, Wiley, 525-548.
20. Sun S., McDonough W.F. (1989) Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implication for mantle composition and processes. *Magmatism in the Oceanic Basins* (Ed. A.D. Saunders, M.J. Norry). Oxford, Blackwell, 313-345.

Structural position and petrogeochemistry features of dolerite dikes, Sukhoy Log-Techa zone, eastern segment of Ural orogenic belt to identify the environments of their formation

E. N. Volchek, V. M. Necheukhin, V. S. Chervyakovskii

Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

Within Sukhoy Ljg-Techa zone of accretion-collision segment of the eastern periphery of the Urals dolerite and gabbro-dolerite dykes and sills are widespread among Upper Devonian–Low Carboniferous terrigenous and carbonate deposits. Geochemical data indicate that dolerites peculiar features of intraplate formations. Features of their structural position and dolerite petrogeochemical characteristics suggest that they formed at the stretch of composite continental crust with important role of large continental terraines.

Key words: *dolerite dikes, petrogeochemical and isotope-geochemical characteristics, composite crust.*

REFERENCES

1. Volchek E.N., Necheukhin V.M. (2014) Particularities of formation of the Urals Paleozoic orogene eastern segment under the conditions of accretion and collision. *Litosfera*, (6), 45-53. (In Russian)
2. Volchek E.N., Slobodchikov E.A., Chervyakovskii V.S., (2015) Petrogeochemical particularly of dolerite Middle-Uralian part of Alapaevsk-Techa-zone. *Ezhegodnik-2014*. Trudy. IGG UB RAS, V. 162. 90-93. (In Russian)
3. *Geologicheskaya karta Urala. Masshtab 1 : 1 000 000*. (Ed. I.D. Sobolev) [The Geological Map of the Urals. Scale 1 : 1 000 000]. (1971) Moscow, Ministry of Geology of the USSR; Ministry of Geology of the RSFSR.
4. *Ghudinnoe stroenie, tektonika, metallogeniya Urala* (1986) (V.M. Necheukhin, N.G. Berlyand, V.B. Sokolov et al.) [Deep structure, tectonics, metallogeny of the Urals]. Sverdlovsk, UNTs Akad. Nauk SSSR, 106 p. (In Russian)
5. Dianova T.V. (1975) About some facies of the Eastern zone Early Carboniferous volcanites. *Paleovulkanizm Urala* [Paleovolcanism of the Urals]. Sverdlovsk, UNTs Akad. Nauk SSSR, 99-107. (In Russian)
6. Ivanov K.P., Rasulov A.T., Reichov M.K. (2010) New data on the composition and age of the volcanic rocks in the Turin series Cinar River (Middle Urals). *Yearbook 2009*. Trudy IGG UB RAS. V. 157, 262-266. (In Russian)
7. Ivanov S.M., Semenov I.V., Chervyakovsky G.F. (1984) Riftogenesis in pre-continental stage of the Urals development. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 274(2), 387-391. (In Russian)
8. Korovko A.V., Dvoeglazov D.A. (2002) *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF vasshtaba 1 : 200 000*. Seriya Shedyeural'skaya List 0-41-XXXII [RF State geological map of scale 1 : 200 000, Middle-Uralian series. Sheet 0-41-XXXII]. Explanation note. (In Russian)
9. Koroteev V.A., Dianova T.V., Kabanova L.Ya. (1979) *Srednepaleozoyskii vulkanizm Vostochnoi zony Urala* [Middle Paleozoic volcanism of the Urals Eastern zone]. Leningrad, Nauka Publ., 129 p. (In Russian)
10. Kucheva N.A., Stepanova T.I., Volchek E.N. (2007) Geological structure of Carboniferous formations in lower stream of the Kamishenka River (basin of the r. Iset' River, Middle Urals eastern slope). *Ezhegodnik-2006*. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 37-42. (In Russian)
11. Necheukhin V.M., Volchek E.N. (2015) Tectonic-geodynamic zoning Ural-Timan Paleasian segment of Eurasia. *Litosfera*, (6), 5-25.
12. Pronin A.A. (1960) *Karbon vostochnogo cklona Srednego Urala* [Carboniferous of the Middle Urals eastern slope]. Moscow; Leningrad, Akad. Nauk SSSR Publ., 231 p. (In Russian)
13. Puchkov V.N. (2012) Dyke swarms of the Urals, and associated magmatic complexes. *Geotektonika*, (1), 42-52.
14. Svyazhina I.A., Petrov G.A., Slobodchikov E.A. (2008) Paleozoic paleomagnetism, tectonics and geodynamics of the East-Urals megazone's Middle-Uralian fragment. *Litosfera*, (4), 22-34. (In Russian)
15. Smirnov V.N., Korovko A.V. (2007) Paleozoic volcanism of the Middle Urals eastern zone. *Geodinamika, magmatizm, metamorfizm i rudoobrazovanie* [Geodynamics, magmatism, metamorphism and ore-formation]. Ekaterinburg, IGG UB RAS, 395-420. (In Russian)

16. Chuvashov B.I., Anfimov A.L. (2007) A new facial and age type of organogenic constructions at the Urals Eastern slope. *Ezhegodnik-2006*. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 67-70. (In Russian)
17. Chuvashov B.I., Anfimov A.L. (2008) Carbonate-terrigenous deposits of the "Kodinka-Scherbakovo" section as a key-section of the Iset' River basin Upper Devonian (eastern slope of the Middle Urals). *Ezhegodnik-2007*. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 88-97. (In Russian)
18. Frolova T.I., Burikova I.A. (1997) *Magmaticheskie formatsii sovremennykh geotektonicheskikh obstanovok* [Magmatic formations of modern tectonic environments]. Moscow, Moscow State univ. Publ., 320 p. (In Russian)
19. Pearce J.A. (1982) Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. *Andesites* (Ed. R.S. Thorpe). Chichester, Wiley, 525-548.
20. Sun S., McDonough W.F. (1989) Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implication for mantle composition and processes. *Magmatism in the Oceanic Basins* (Eds. A.D. Saunders, M.J. Norry). Oxford, Blackwell, 313-345.