

ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОЛЕРИТОВ СРЕДНЕУРАЛЬСКОЙ ЧАСТИ АЛАПАЕВСКО-ТЕЧЕНСКОЙ ЗОНЫ

© 2015 г. Е. Н. Волчек, Е. А. Слободчиков*, В.С. Червяковский

В геологическом строении Алапаевско-Теченской зоны, расположенной на востоке Восточно-Уральской мегазоны, участвуют палеозойские вулканогенные, вулканогенно-осадочные и интрузивные комплексы, а также карбонатные, карбонатно-терригенные и карбонатно-песчано-сланцевые толщи с линзами угленосных пород [1–5]. В пределах среднеуральской части зоны большое распространение получили субвулканические тела долеритов, среди которых по взаимоотношению с вмещающими породами различают дайки и силлы. В разное время эти образования изучались и картировались рядом исследователей: А.А. Прониным [9], Т.В. Диановой и В.П. Олерским [4], В.Н. Огородниковым [8], Е.А. Слободчиковым [8] и др. Детальная характеристика субвулканических образований в визейских отложениях зоны была дана Т.В. Диановой с соавторами [4]. Было установлено, что внутреннее строение и состав силлов отличаются от секущих тел. “Центральные части силлов сложены обычно диабазовыми порфиритами, мелкозернистыми диабазами, реже среднезернистыми их разновидностями. К краевым частям они, как правило, становятся спилитовидными, несут в себе массу крупных миндалин. В отдельных обнажениях можно видеть, что в эндоконтактных частях силлов диабазы переходят в вариолиты. Нередко силлы осложнены одними спилитовидными диабазами и микропорфиритами” [4].

Более полно особенности геологического строения силла наблюдались нами при изучении останца долеритов Смолинского Камня, расположенного на левом берегу р. Исеть против восточной окраины с. Смолинское. Высота его скальных выходов составляет порядка 15 м. Тело долеритов залегает среди интенсивно дислоцированных терригенных породы угленосной толщи (рис. 1а, б), которые на протяжении 2 км можно наблюдать в сплошных обнажениях по руслу реки [4, 6, 8]. Центральная часть тела сложена среднезернистыми долеритами, к краевым частям зернистость основной массы уменьшается. Западную часть обнажения слагают зеленовато-серые долериты, миндалекаменные вблизи контакта с перекрывающими их осадочными породами. В дайке наблюдается зона закаливания мощностью 60 см, иногда 80 см. В долеритах

из центральной части тела присутствуют вкрапленники пироксена и плагиоклаза размером до 3–5 мм. Вкрапленники плагиоклаза удлинённые, часто они хлоритизированы и сосюритизированы. Таблитчатый пироксен во вкрапленниках представлен авгитом. Для долеритов из контакта характерно заполнение миндалин карбонат-хлоритовым агрегатом. Плагиоклаз в этих разновидностях сосюритизирован, пироксен хлоритизирован и карбонатизирован.

Кроме того, ранее нами были изучены дайки долеритов на участке течения р. Исеть от крайних домов пос. Кодинка до устья р. Камышенка. Здесь, в разрезе верхнедевонских отложений, представленном тонкоплитчатыми темно-серыми алевритистыми аргиллитами с линзами и прослоями мелко- и среднезернистых песчаников зеленовато-серого цвета с примесью гравийного материала, на протяжении 150 м насчитывается семь долеритовых даек [3, 10]. Долериты слагают небольшие тела (мощностью до 3.5 м), вытянутые в северо-восточном направлении. Они равномернозернисты во всех участках, в них фиксируется мало-мощная (до 1 см) зона закаливания. Долериты имеют серо-голубой цвет. Это мелкозернистые породы. Структура их офитовая, пойкилоофитовая. Состоят из узких тонких лейст плагиоклаза, моноклинного пироксена. Основной плагиоклаз в результате вторичных процессов частично превращен в альбит. Иногда он замещается сосюритом, кальцитом. Из вторичных минералов следует отметить хлорит, эпидот, карбонаты. Хлорит в виде отдельных чешуек и их скоплений разбросан между зернами плагиоклаза. В некоторых шлифах присутствует мелкая вкрапленность магнетита.

Нами также были изучены дайки в разрезах по рекам Камышенка и Ирбит. Возраст даек р. Камышенка принят как раннекаменноугольный на основании находок в известняках редких брахиопод *Globosoproductus* sp. и фораминифер *Endothyra similis* Raus. et Reitl., *E. prisca* Raus. et Reitl., *Planoarchaediscus spirillinoides* (Raus.), *Glomodiscus* cf. *nodosus* Brazhn., *Paraarchaediscus* sp. *P. koktjubensis* (Raus.), *Archaediscus karreri spira* Conil et Lys, *A. spiroides* (Pop.), *Valvulinella lata* Grozd. et Leb. устьгреховского горизонта нижнего и жуковского горизонтов верхнего визе [7]. Дай-

* Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург.

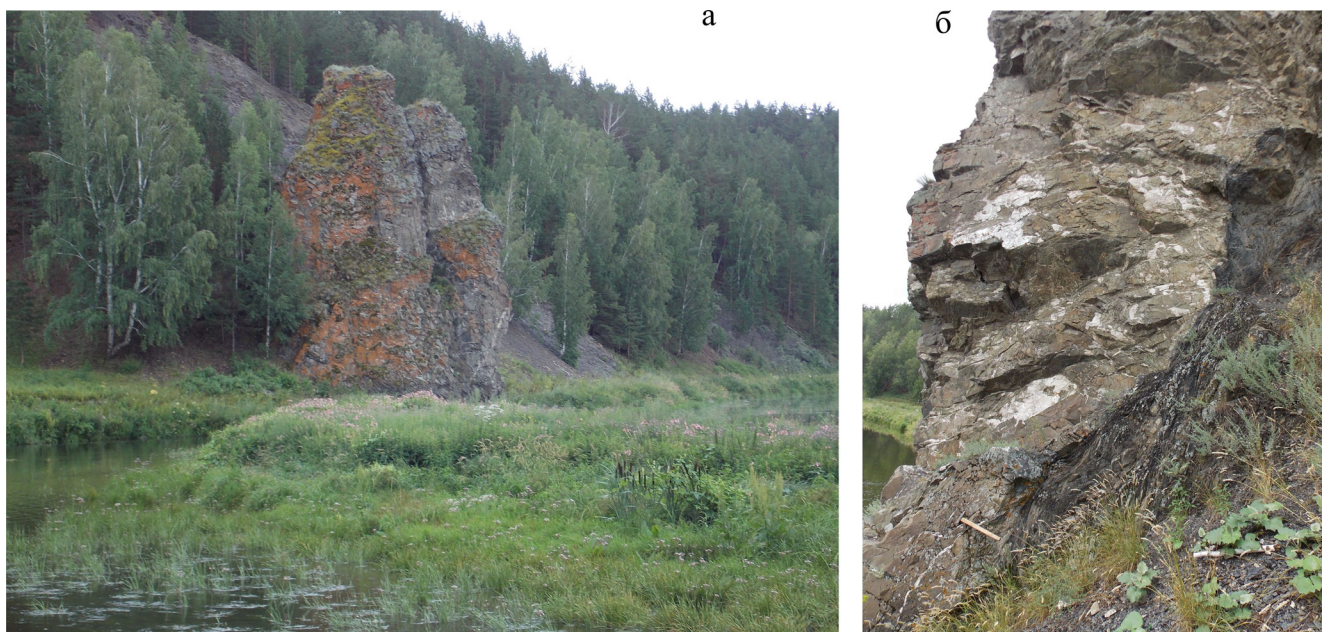


Рис. 1. Дайка Смолинский Камень, р. Исеть (а) и контакт долеритов с породами угленосной толщи (б).

ки расположены линейно ориентированно и цепочкообразно в северо-восточном направлении. Маломощные тела долеритов равномернозернисты во всех участках, в мощных телах наблюдается смена мелкозернистых разностей на крупнозернистые от периферии к центру. Макроскопически долериты представляют собой плотные зеленовато-серые или темно-серые мелко- и среднезернистые породы. Под микроскопом обнаруживают долеритовую, офитовую структуру. Состоят из альбитизированного плагиоклаза, моноклинного пироксена, хлорита.

На р. Ирбит долериты образуют силловые залежи с апофизами в верхнедевонских известняках с фауной и туфогенно-осадочных отложениях. Толщи туфов, туффитов и ракушечных известняков подстилают вулканы базальтового состава, что дало основание определить возраст эффузивов и секущих долеритов как раннекаменноугольный [6]. Наиболее крупное субвулканическое тело габбро-долеритов обнажается на левом берегу реки близ с. Писанское. Центральная часть тела сложена крупно- и гигантозернистыми разностями, которые к краевой части сменяются мелкозернистыми сильно эпидотизированными и окварцованными породами. Структура пород габбро-долеритовая. Плагиоклаз образует таблитчатые кристаллы, пироксен представлен авгитом.

Проведенные нами петрогеохимические исследования долеритов и имеющиеся в литературе характеристики их вещественного состава свидетельствуют о том, что отличительной чертой химизма этих образований является низкое содержание кремнезема и высокое содержание TiO_2 (см. рис. 1)

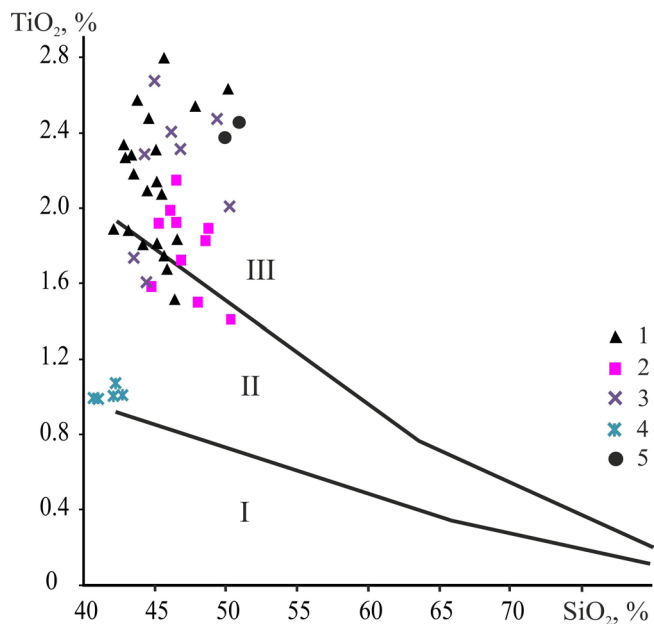


Рис. 2. Диаграмма TiO_2-SiO_2 для долеритов Сухоложско-Теченской зоны.

Серии: I – низкотитанистая, II – среднетитанистая, III – высокотитанистая. 1 – долериты р. Камышенка, 2 – долериты р. Исеть, 3 – р. Ирбит, 4 – Смолинский Камень, 5 – долериты р. Пышма.

[2– 4]. В дополнение к этому в настоящее время получены данные по петрогеохимии долеритов Смолинского Камня. Все химико-аналитические исследования были проведены в лаборатории ФХМИ Института геологии и геохимии. Анализ редких и ред-

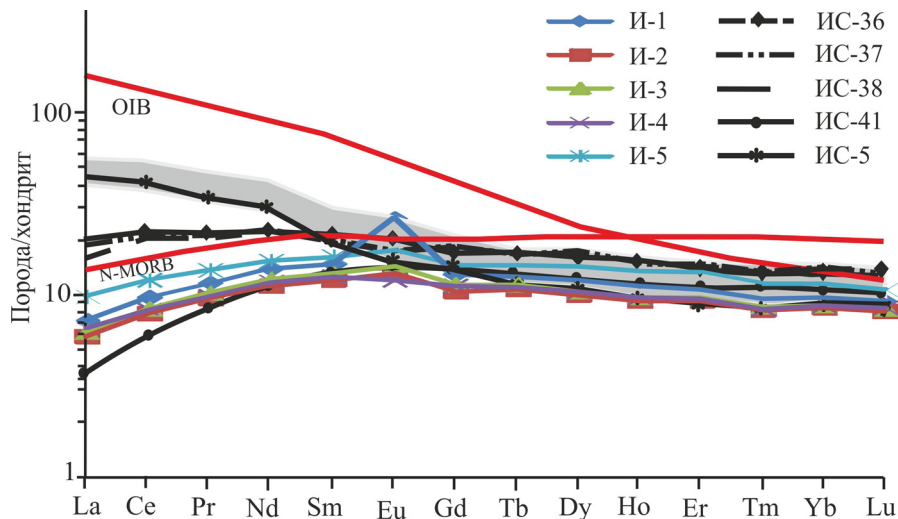


Рис. 3. Распределение редкоземельных элементов в долеритах Смолинского Камня (И-1 – И-5) и верхнефанаменских отложений р. Исеть (ИС-36-38, ИС-41, ИС-5).

Залито поле составов долеритов из раннекаменноугольных отложений р. Камышенка (содержание нормировано по хондриту [9]). Для сравнения приведены диаграммы для средних составов базальтов срединно-океанических хребтов (MORB) и океанических островов (OIB) [9].

редкоземельных элементов в вулканитах выполнялся на ICP MS анализаторе ELAN 9000. Оксиды определялись рентгеноспектральным флуоресцентным методом на CPM-18 и на EDX-900HS (Na₂O).

По содержанию кремнезема эти породы отвечают базальтам (SiO₂ = 42.3–46.4%), они низкокальциевые нормальной щелочности (Na₂O+K₂O < 4%) Na-типа (Na₂O/K₂O = 14–49). Долериты умереннотитанистые (TiO₂ = 0.98–1.07 мас. %) (рис. 2), умеренножелезистые (FeO* = 9–14%, FeO*/MgO = 1.2–2.6). В долерите из эндоконтактной зоны содержание TiO₂ = 4.23%, Fe₂O₃общ = 14%, MgO = 5.5–10.9, P₂O₅ = 0.49% при среднем содержании в породе 0.2%. Количество окиси кальция в этом же образце низкое (CaO = 4.17%), в других образцах варьирует от 9.4 до 13.6 мас. %. Долериты характеризуются невысокими содержаниями редкоземельных элементов, слабым их фракционированием (La_N/Yb_N = 0.7–0.8) (рис. 3). По концентрациям и характеру распределения РЗЭ долериты Смолинского Камня похожи на долериты из геологического разреза верхнедевонских отложений р. Исеть и отличаются от аналогичных образований из раннекаменноугольных отложений р. Камышенка (рис. 3). Для последних характерна более высокая концентрация легких лантаноидов, преобладание элементов цериевой группы над иттриевыми (La_N/Yb_N = 4.9) [3]. Тренды фракционирования РЗЭ в долеритах Смолинского Камня по форме отвечают базальтам N-MORB при более низкой концентрации этих элементов в изученных породах (см. рис. 3). По сравнению с океаническими толеитами (N-MORB) долериты Смолинского Камня обогащены Rb, Cs, Ba, Sr и обеднены Ti, Th, Nb, Zr, Y.

Таким образом, рассмотренные долериты, залегающие в виде согласного тела, по химическому составу отличаются от долеритов даек меньшим содержанием TiO₂ в среднезернистых разностях.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы УрО РАН (проект 15-18-5-20).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анненкова М.Н., Рапопорт М.С. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Сер. Среднеуральская. Лист 0-41-XXXII, 1985. 161 с.
2. Волчек Е.Н., Нечехин В.М. Петрогеохимические особенности вулканогенных пород Суходоложской зоны (восточный сегмент Среднего Урала) и их значение для геодинамических реконструкций // Литосфера. 2012. № 3. С. 146–150.
3. Волчек Е.Н., Червяковский В.С. Вещественный состав долеритов даек в верхнедевонских отложениях р. Исети // Ежегодник-2009. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 157. 2010. С. 113–115.
4. Дианова Т.В., Олерский В.П., Соляник В.Н., Соляник Н.В. Субвулканические диабазы в визейских отложениях Каменского района (восточная вулканогенная зона) // Палеовулканизм Урала. Свердловск, 1975. С. 173–180.
5. Коровко А.В., Двоеглазов Д.А. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1 : 200 000. Сер. Среднеуральская. Лист 0-41-XXXII. 2002.
6. Коротеев В.А., Дианова Т.В., Кабанова Л.Я. Среднепалеозойский вулканизм Восточной зоны Урала. Л.: Наука, 1979. 129 с.
7. Кучева Н.А., Степанова Т.И., Волчек Е.Н. Геологическое строение каменноугольных образований в нижнем течении р. Камышенка (бассейн р. Исеть,

- восточный склон Среднего Урала) // Ежегодник-2006. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 37–42.
8. *Огородников В.Н., Поленов Ю.А., Сазонов В.Н., Шевалев В.П., Слободчиков Е.А., Дубейковский С.Г.* Геологические маршруты по Сухоложскому и Каменскому полигонам. Екатеринбург, 2002. 295 с.
 9. *Пронин А.А.* Карбон восточного склона Среднего Урала. Свердловск: УФ АН СССР, 1960. 230 с.
 10. *Чувашов Б.И., Анфимов А.Л.* Карбонатно-терригенные отложения разреза “Кодинка-Щербаково” – опорный разрез верхнего девона бассейна р. Исеть (восточный склон Среднего Урала) // Ежегодник-2007. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 88–97.
 11. *Sun S.-S., McDonough W.F.* Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implication for mantle composition and processes // *Magmatism in the Oceanic Basins* / A.D. Saunders, M.J. Norry (Eds). Oxford: Blackwell, 1989. P. 313–345.