

### НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МАГМАТИЗМУ ШАТАКСКОГО КОМПЛЕКСА

Магматизму среднерифейского возраста, проявившемуся в рифтогенных условиях на западном склоне Южного Урала, посвящена довольно обширная литература. В то же время, детальные исследования в пределах Шатакской структуры позволяют выявлять новые тела, само присутствие которых в разрезе, на наш взгляд, имеет принципиальное значение и позволяет точнее описывать петрологические процессы, реализующиеся в момент формирования пород комплекса и тектонические обстановки, в которых эти процессы проявлялись.

При детальном изучении разрезов, расположенных на западном склоне хребта Большой Шатак нами было выявлено тело, детальное изучение которого показало, что оно является дифференцированной интрузией диабаз-пикритового состава, описанной ранее как пикродиабазы [Ковалев, Высоцкий, 1997]. Тело расположено в центральной части грабена и приурочено к зоне контакта углеродистых метапелитов юшинской и песчаников машакской свит, отделяясь от последних мало-мощным горизонтом конглобрекций (рис. 1). Макроскопически породы представлены зеленовато-серыми, темно-зелеными среднезернистыми, амфиболизированными разновидностями, имеющими массивную текстуру и видимую мощность около 20–30 м. Изучение петрографического состава пород, их петро- и геохимических особенностей позволило выделить в строении интрузии три зоны: нижнюю «эндоконтактовую», центральную и верхнюю «эндоконтактовую».

Породы верхней «эндоконтактовой» зоны представлены метадиабазами (фото 1А на вкладке). Структура их микродиабазовая, микродолеритовая. Минералогический состав включает пироксен, плагиоклаз, магнетит, хлорит, сфен, эпидот, актинолит, апатит, альбит. Плагиоклаз имеет идиоморфную, лейстовидную форму и иногда образует «спутанно-волоконистые» агрегаты. Пироксен не сохранился, он полностью замещен хлоритом (пеннин) и игольчатыми кристалликами актинолита. Эпидот образует изолированные зернистые массы, а также развивается по прожилкам. Магнетит (в количестве 8–10%) представлен субидiomорфными и ксеноморфными выделениями. Он часто наблюдается в ассоциации с лейкоксенизированным титанитом (сфеном), образующим мелкозернистые агрегаты.

Центральная часть интрузии сложена пикритами, первичными минералами которых являются оливин, клинопироксен, ортопироксен и роговая

обманка. Вторичные минералы представлены амфиболом, тальком, хлоритом, эпидотом, серпентином, мусковитом (серицитом), магнетитом, сфеном, апатитом.

Породы сильно изменены и практически полностью превращены в тальк-амфибол-серпентиновый агрегат (фото 1В на вкладке). Амфибол чаще всего представлен тремолитом, актинолит встречается гораздо реже. Ортопироксен не сохранился, его наличие определяется по единичным бастиновым псевдоморфозам. Магнетит присутствует в субидiomорфных и идиоморфных кристалликах, рассеянных по всей ткани породы. Сфен образует зернистые массы неправильной формы. Характерной чертой этого горизонта является псевдослоистое (полосчатое) строение (фото 2 на вкладке), обусловленное чередованием кумулятивных (?) «слоев» существенно оливинового и пироксенового составов.

В нижней части тела породы представлены пикродиабазами, интенсивно измененными вторичными процессами (фото 1С на вкладке). Из первичных минералов устанавливается клинопироксен (по псевдоморфозам); присутствие плагиоклаза проблематично (относительно редко встречаются нечетко выраженные таблички, замещенные вторичными минералами). Вторичные минералы представлены амфиболом, сфеном, лейкоксеном, хлоритом, серпентином, альбитом, карбонатом, апатитом, тальком и серицитом. Амфибол чаще всего бесцветный (тремолит), но в ограниченных количествах присутствуют и зеленоватые кристаллики актинолита. Альбитизация и серпентинизация развиваются локально (по соответствующим минералам). Рудный минерал представлен скелетными выделениями лейкоксенизированного титанита, который развит, вероятнее всего, по первичному титаномагнетиту. Кроме того, здесь отмечены включения халькопирита в количестве до 2–5%, а также встречены единичные ксеноморфные выделения красного цвета — шпинель (пикотит?).

Петро-геохимические особенности пород, слагающих дифференцированное тело, выражаются в накоплении магния, хрома и никеля в нижней и средней (ультраосновных) зонах, а титана, железа, ванадия, фосфора и щелочей — в верхнем горизонте (табл.), что является типичным для аналогичных образований. Кроме того, в нижнем горизонте установлено наличие меди — 0,1, серебра —  $1,0 \times 10^{-4}$  и золота —  $2,0 \times 10^{-6}$  (вес. %). По рассчитанным средним содержаниям магния (16,76%), хрома

К статье С. Г. Ковалева, И. В. Высоцкого «НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МАГМАТИЗМУ ШАТАКСКОГО КОМПЛЕКСА»

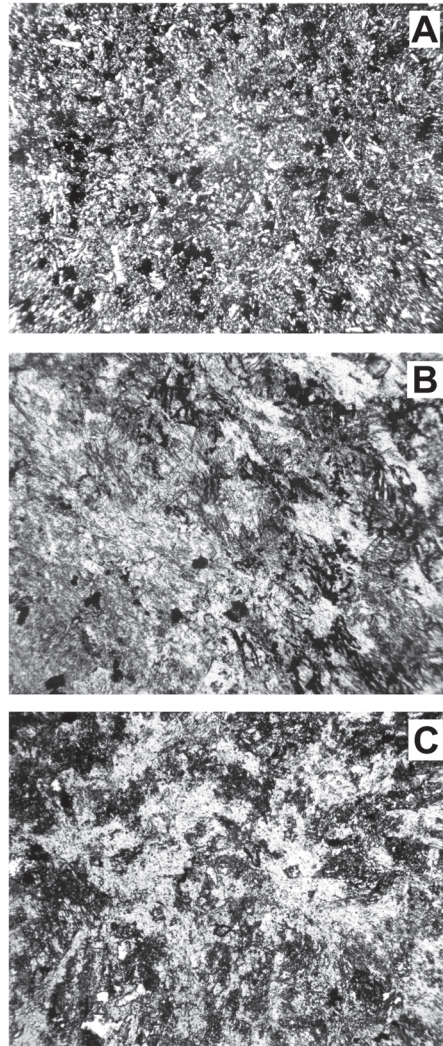


Фото 1. Микрофотографии шлифов пород диабаз-пикритовой интрузии  
А - метадиабаз верхней "эндоконтактовой" зоны, В - пикрит центральной зоны, С - пикродиабаз нижней зоны (при одном николе,  $\times 72$ )

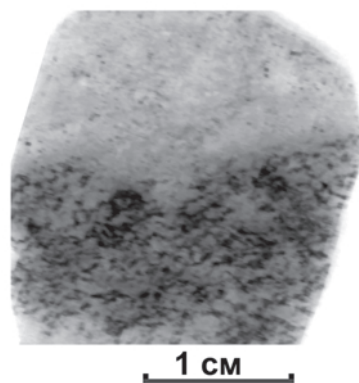


Фото 2. Сканированный прозрачный шлиф пикрита центральной зоны  
Видна псевдополосчатость, обусловленная чередованием темных ("оливиновых") и светлых ("пироксеновых") слоев

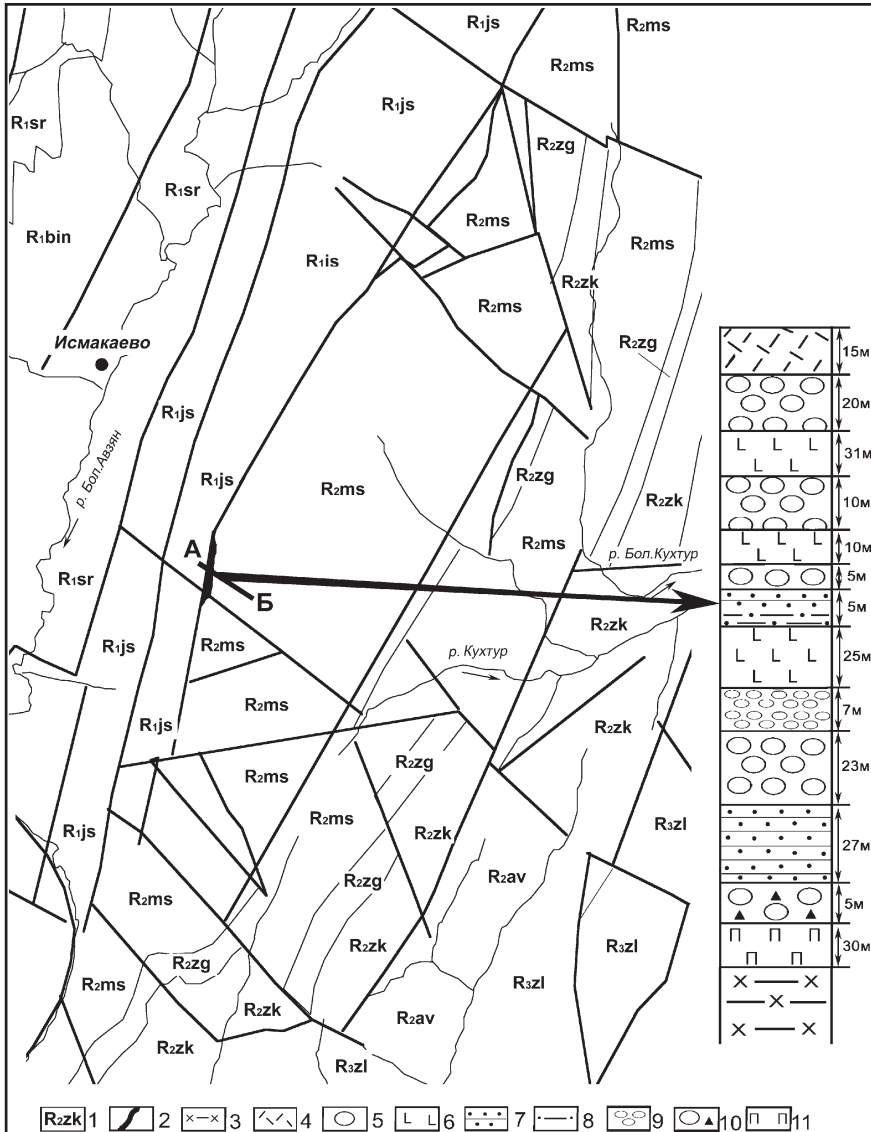


Рис. 1.

Геологическая схема распространения среднерифейских вулканогенно-осадочных образований и разрез западного склона хребта Большой Шатак

Условные обозначения: 1 – отложения рифейского возраста ( $R_{1bin}$  – большеинзерская свита,  $R_{1sr}$  – суранская свита,  $R_{1js}$  – юшинская свита,  $R_{2ms}$  – машакская свита,  $R_{2zg}$  – зигальгинская свита,  $R_{2zk}$  – зигазино-комаровская свита,  $R_{2av}$  – авзянская свита,  $R_{3zl}$  – зильмердакская свита), 2 – дифференцированное диабаз-пикритовое тело (на схеме), 3 – углисто-глинистые сланцы юшинской свиты, 4 – риолиты, 5 – конгломераты, 6 – метабазальты, 7 – песчаники, 8 – алевропесчаники, 9 – гравелиты, 10 – конглобрекчии, 11 – диабаз-пикритовое тело (на разрезе)

(0,17%) и никеля (0,082%) породы занимают промежуточное положение между типичными ультрабазитами и базитами, а высокое Ni/Co отношение (11,66), являющееся индикатором происхождения различных магм [Когарко, 1973], позволяет говорить о том, что расплав, сформировавший это тело, является непосредственной мантийной выплавкой.

Ранее, работами Д.Х. Грина и А.Э. Рингвуда, было показано, что в процессе частичного плавления мантийного субстрата состав возникающего расплава зависит от глубины его генерации и степени плавления [Green, Ringwood, 1967]. Анализ петрогенезиса описываемой интрузии с этих позиций показывает, что формирование расплава было обусловлено частичным (~25–30%) плавлением мантийного субстрата, близкого по химическому составу к шпинелевому перидотиту (либо мантийному субстрату – по E. Jagoutz et al [1979]), при давлениях в очаге магмогенерации ~25–28 Кбар, что соответствует глубинам ~75–85 км.

О специфических условиях проявления этого типа магматизма в истории развития структуры может свидетельствовать присутствие в вышерасположенных горизонтах самородного железа (см. рис. 1), находки которого детально были описаны нами ранее [Ковалев, Высоцкий, 2000], так как, на наш взгляд, они позволяют судить о флюидном режиме, существовавшем в момент становления дифференцированной интрузии, а в общем виде – и на начальной стадии формирования интрузивной ассоциации шатакского комплекса в целом.

Исходя из современных петрогенетических концепций, формирование магматических тел в коровых условиях должно сопровождаться опережающей флюидной «пропиткой» вмещающих пород, при этом флюид имеет существенно водородный восстановленный состав, что теоретически и экспериментально было обосновано в работах Д.С. Коржинского, А.А. Маракушева, В.Н. Ларина, И.А. Зотова, П.Ф. Иванкина и многих других. Воздействуя на терригенные породы с высокой

Химический состав пород дифференцированной интрузии

Оксиды (вес. %), элементы ( $n \times 10^{-3}$ %)	Нижняя зона (пикродиабаз)	Центральная часть (пикрит)	Верхняя зона (диабаз)
SiO <sub>2</sub>	48,30	46,25	48,08
TiO <sub>2</sub>	0,62	0,42	2,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,76	7,60	13,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,62	3,61	5,38
FeO	9,07	5,58	9,57
CaO	4,20	2,29	5,08
MgO	16,42	26,05	7,82
MnO	0,20	0,13	0,29
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	0,05	0,23
K <sub>2</sub> O	0,05	0,01	0,82
Na <sub>2</sub> O	0,07	0,04	3,38
Ni	40	200	5
Co	3	10	3
Cr	200	300	10
V	10	10	30
Ni/Co	13,3	20,0	1,67

степенью окисленности минеральных парагенезисов, флюид восстанавливает некоторые из них (например, магнетит до самородного железа). Его дальнейшая эволюция приводит к снижению  $P_{H_2}$  вследствие удаления водорода из системы и к нарастающему окислению восстановленных водород-углеводородных газов, с чем мы связываем развитие углеродистого метасоматоза песчано-глинистых отложений нижнерифейского возраста. О масштабности процессов флюидной пропитки вмещающих толщ на стадии формирования магматических пород Шатакской структуры могут свидетельствовать данные региональной гравиметрической съемки масштаба 1 : 200 000, согласно которым в районе хр. Бол. Шатак выявлен наибольший максимум гравитационного поля, обусловленный влиянием плотных масс, расположенных на значительной глубине, что позволило А.В. Кузнецову с соавторами сделать вывод о залегании под отложениями машакской свиты на глубине около одного км интрузивного тела ультрабазитов или габбро, имеющего большую избыточную плотность и по размерам сравнимого с протяженностью Шатакской структуры.

В свете изложенного можно с достаточной долей уверенности говорить о том, что дифференцированное тело, залегающее в основании машакской свиты, является порцией расплава, достигшей верхних горизонтов коры, в то время как его основная масса сформировала внутрикоровый очаг (аналогичный Кусинско-Копанскому комплексу), дифференциация которого и дала все разнообразие машакских магматических пород, причем воздействие флюидов на вмещающие и перекрывающие

породы рамы выразилось в образовании черносланцевых толщ, фиксируемых в суранской, юшинской и машакской (?) свитах.

Таким образом, материалы, приведенные выше, расширяют набор магматических пород, участвующих в сложении машакской свиты, что, в свою очередь, формирует новые представления об условиях их образования на рифтогенной стадии развития структуры.

#### Литература:

**Ковалев С.Г., Высоцкий И.В.** К вопросу о геохимической специализации рифейского магматизма западного склона Южного Урала. // Проблемы региональной геологии, нефтеносности, металлогении и гидрогеологии Республики Башкортостан: Мат-лы / II Республиканская геологическая конференция. Уфа, 1997. С. 167–169.

**Ковалев С.Г., Высоцкий И.В.** Первые находки самородного железа в породах машакского комплекса и их петрогенетическое значение // Геологический сборник № 1 / ИГ УНЦ РАН. Уфа. 2000. С. 86–87.

**Когарко Л.Н.** Отношение Ni / Co — индикатор мантийного происхождения магмы // Геохимия. 1973. № 10. С. 1441–1446.

4. **Green D., Ringwood A. E.** The genesis of basaltic magmas // Contribs Mineral. and Petrol. 1967. V. 15. No 2. P. 103.

5. **Jagoutz E., Palme H., Baddenhausen H. et al.** The abundance of Major minor and trace elements in the Earth's mantle as derived from primitive ultramafic nodules // Sci. Conf. 1979. P. 10.