

УДК 552.11(470.5)

ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ СИЛУРИЙСКИХ МАГМАТИТОВ МЕЖДУРЕЧЬЯ ТУРУПЬЯ–ЩЕКУРЬЯ (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

© 2011 г. К. Ю. Кудрин

ОАО “НПЦ Мониторинг”

428011, Тюменская обл., г. Ханты-Мансийск, ул. Студенческая, 2, оф. 819

E-mail: kudringeo@inbox.ru

Поступила в редакцию 15.04.2010 г.

Рассмотрены петрохимические особенности магматических образований силурийского возраста: вулканитов соимшорской толщи, габброидов тагилокытлымского и гранитоидов верхнетагильского комплексов, слагающих междуречье среднего течения рек Турупья и Щекурья на восточном склоне Приполярного Урала. Вулканиты соимшорской толщи образуют последовательно дифференцированную умеренно-щелочную серию, что отличает их от бимодальной базальт-риолитовой шемурской свиты Северного Урала. Изменение химизма соимшорских вулканитов (в совокупности с залегающими в них осадками) отражает изменение геодинамической обстановки их формирования от преимущественно субмаринной до субконтинентальной в пределах развитой палеоостровной дуги. Габброиды, объединенные в настоящий момент в тагилокытлымский комплекс, образуют на всех диаграммах два ареала, отвечающие существенно толеитовому и субщелочному (умеренно-щелочному) составам. Химические составы последних обнаруживают тождественность вулканитам соимшорской толщи, что может являться свидетельством их генетического родства. Гранитоиды, слагающие Сертыньинско-Щекуринский массив верхнетагильского комплекса, относятся к породам нормально-щелочного и низкощелочного ряда известковой серии. Петрохимические особенности пород свидетельствуют в пользу их принадлежности к гранитоидам I-типа активных континентальных окраин с глубинным источником магматического расплава.

Ключевые слова: Приполярный Урал, палеоокеанический сектор, магматические комплексы, габброиды, гранитоиды, базальтоиды, петрохимия, островная дуга.

ВВЕДЕНИЕ

Описываемая территория расположена на восточном склоне Приполярного Урала в западной части Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, охватывая площадь от среднего течения р. Турупья на юге ($63^{\circ}58'$ с.ш.) до среднего течения р. Щекурья на севере ($64^{\circ}18'$ с.ш.) к востоку от Главного Уральского Глубинного разлома. Участок сложен преимущественно магматогенными породными ассоциациями (рис. 1), которые представлены вулканогенными и вулканогенно-осадочными породами соимшорской (S_2s) и рувшорской ($D_{1-2}rv$) толщ, а также интрузивными образованиями салатимского ($\sigma O_{1-2}s$), качканарского ($\nu \sigma O_3k$), тагилокытлымского (νS_1t) и верхнетагильского (δ_2 , $q\delta_2$, $py_3S_2\nu$) комплексов¹ палеоокеанического сектора Уральской складчатой области.

¹ При описании геологического строения для интрузивных образований использована легенда, предложенная В.А. Душиным (1ф), а для силурийских и девонских вулканогенно-осадочных толщ – легенда, разработанная М.М. Павловым (2ф). Причина такой двойственности в том, что автор считает недостаточно обоснованным выделение В.А. Душиным в пределах описываемой площади шемурской и именновской вулканогенно-осадочных свит.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Магматические образования силурийского возраста представлены тагилокытлымским и верхнетагильским интрузивными комплексами и вулканогенно-осадочными породами соимшорской толщи (рис. 1).

Габброиды (габбронориты и габбро) тагилокытлымского комплекса (νS_1t) распространены в западной части площади, слагая северную часть Хорасюрского и южную часть Щекуринского массивов. Первичный минеральный состав пород сохраняется редко: пироксен (авгит) замещается уралитовой роговой обманкой, плагиоклаз (лабрадор) – соссюритом. Характерные акцессорные минералы: рутил, сфен, лейкоксен, шпинель, апатит, ильменит, магнетит, титаномагнетит. В габброидах отмечается сочетание постепенных переходов между разновидностями с наличием жил и даек такого же разнообразного состава. Однородные габброиды комплекса слагают участки серповидной и линзовидной формы, подчеркивающие внутреннюю структуру массивов [4]. В массивах присутствуют крупные ксенолиты базитов качканарского комплекса.

Западный контакт массивов с вмещающими породами тектонический; в эндоконтакте вдоль не-

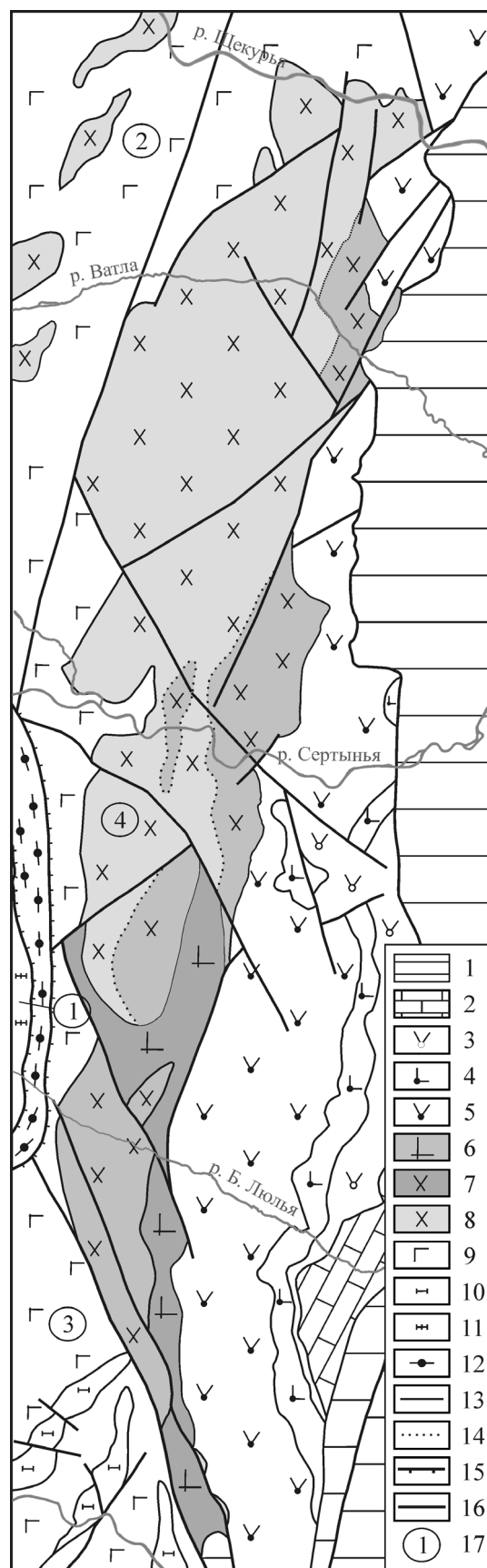
го отмечаются зоны апогаббровых амфиболитов, насыщенные жильными телами амфибол-плагиоклазового состава.

Восточнее интрузий тагилокытлымского комплекса картируются гранитоиды *верхнетагильского комплекса* (δ_2 , $q\delta_2$, $p\gamma_3 S_2 v$), составляющие Сертыньинско-Щекуринский массив², в составе которого выделены две фазы становления. Ранняя фаза представлена диоритами и кварцевыми диоритами, связанными между собой постепенными переходами; поздняя фаза – плагиогранитами и плагиогранодиоритами, плагиогранит-порфирами и дайками того же состава. Массив (рис. 1) образует линейно-вытянутое в субмеридиональном направлении тело, конкордантное с общей тектонической структурой. По геофизическим данным он выклинивается на глубине: расчетная глубина выклинивания 6–7 км, падение тела массива крутое восточное с выполаживанием на глубине (3Ф).

Для массива характерно общее раскисление состава пород в восточном направлении, одновременно понижение основности пород наблюдается в южном направлении: северная и средняя части массива сложены диоритами с небольшими участками развития кварцевых диоритов ранней фазы становления; южнее в составе массива начинают преобладать кислые разности поздней фазы – кварцевые

Рис. 1. Схематическая геологическая карта междуречья среднего течения рек Турупья и Щекурья. Составлена автором с использованием материалов ГС-50 (7Ф), ГДП-50 (2Ф) с учетом аэрогеофизических исследований А.Н.Сухова и Н.П. Кленовой (Кустанай, 1989) и В.В. Иванова (Новосибирскгеология, 1992).

1 – мезозойско-кайнозойские отложения; 2 – карбонатная толща ($D_{1-2}krb$) (известняки); 3–4 – рувшорская толща, $D_{1-2}gv$: 3 – верхняя подтолща ($D_{1-2}gv_2$) (трахиандезитбазальты, трахиандезиты, трахидациты, их туфы), 4 – нижняя подтолща ($D_{1-2}gv_1$) (субщелочные базальты, афировые трахиандезитбазальты, их туфы, линзы известняков); 5 – соимшорская толща (S_2s) (трахиандезитбазальты, трахидациты, их туфы, туффиты); 6–8 – верхнетагильский комплекс (S_2v): 6 – плагиограниты ($p\gamma$), 7 – кварцевые диориты ($q\delta$), 8 – роговообманковые диориты (δ); 9 – тагилокытлымский комплекс (vS_1t) (габбронориты, двупироксеновое габбро, оливинные габбронориты); 10 – качканарский комплекс ($v\sigma O_3k$) (амфибол-клинопироксеновые габбро, пироксениты); 11 – салатимский комплекс ($\sigma O_{1-2}s$) (гарцбургиты, апогарцбургитовые серпентиниты); 12 – зона меланжа по метаморфитам польинской свиты; 13–14 – геологические границы: 13 – между разновозрастными образованиями, 14 – между фациально различными образованиями одного возраста; 15–16 – тектонические нарушения: 15 – надвиги, 16 – основные разломы; 17 – интрузивные массивы (1 – Сертыньинский, 2 – Щекуринский, 3 – Хорасюрский, 4 – Сертыньинско-Щекуринский).



² Название автора. В отчете М.М. Павлова и др. (2Ф) массив назван Сертыньинским, так же как и тело гипербазитов салатимского комплекса, расположенное западнее в зоне ГУГР.

диориты прорываются плагиогранитами, микропегматитовыми плагиогранитами, плагиогранит-порфирами. Южное окончание массива расположено в тектоническом клине и представляет собой узкое удлинённое тело микропегматитовых плагиогранитов, прорванных дайками диоритовых порфиров.

Интрузивный контакт с расположенными западнее габброидами тагилокытлымского комплекса фиксируется многими исследователями (Боч и др., 1948 (4Ф); Мезенцев и др., 1964 (5Ф); Стороженко, Кузнецов 1960 (6Ф); Костюк и др., (7Ф); Павлов и др., 1990 (2Ф), [3]: он под углом 60–70° погружается под интрузивное тело, осложнен тектоническими нарушениями, залечен дайками диоритового и гранитового состава и сопровождается пестрой серией гибридных пород.

Интрузивные взаимоотношения установлены и с вулканитами силура с образованием в них апофиз и мелких тел неправильной формы и гранат-эпидотовых скарнов (Боч, 1948). Плагиограниты здесь приобретают ярко выраженную порфировидную структуру (Костюк, 1967). Кроме того, они содержат многочисленные ксенолиты вмещающих эффузивов (Мезенцев, 1964; Павлов, 1990). Контакт имеет восточное падение.

Соимшорская толща (S_2S) картируется восточнее Сертыньинско-Щекуринского, Хорасюрского и Щекуринского массивов. Она слагает моноклинали субмеридионального простирания с падением на восток. В составе соимшорской толщи преобладают пирокластические фации над лавами и субвулканитами, составляя не менее 50% объема. Осадочные породы не превышают 5–10% объема толщи. Вулканизм связан с аппаратами центрального типа, а формирование толщи происходило в субмаринной мелководной обстановке. Наблюдается последовательная дифференциация от базальтов и субщелочных базальтов до трахитов-трахидацитов.

Западный контакт вулканитов, в основном, тектонический, хотя есть и интрузивные взаимоотношения (описаны выше). Верхняя граница силурийских образований проводится по подошве пачки подушечных лав субщелочных базальтов-трахиандезибазальтов раннедевонского возраста.

Снизу вверх по разрезу и с запада на восток соимшорская толща разделяется на 3 пачки: западная – пачка субщелочных базальтов-трахиандезибазальтов и их туфов, центральная – туффитовая с линзами субщелочных афировых базальтов и известняков, восточная – пачка трахиандезитов-трахидацитов.

Основной объем западной пачки субщелочных базальтов-трахиандезибазальтов составляют грубообломочные, несортированные туфы указанных пород (до 60–70% объема пачки). Лавы и обломки в туфах представлены плагиоклазовыми и пироксен-плагиоклазовыми порфиритами, отмечаются про-

слои афировых субщелочных базальтов и базальтов. Наблюдаемая мощность пачки до – 1175 м.

Центральная пачка псаммитовых туффитов содержит обломки базальт-трахиандезибазальтов западной полосы, вмещает линзообразные тела подушечных субщелочных базальтов и известняков с фауной трилобитов (*Proetus sp. indent*) и остракод (*Zongiscula demissis* Zenk.), определяющих лудловско-пржидольский возраст пород. Мощность пачки 670 м.

Венчает разрез соимшорской толщи пачка трахиандезитов-трахидацитов. В ее составе выделяются экструзивные фации, купольные брекчии и кластолавы, к югу и северу сменяющиеся трахидацитами. Отмечаются туффиты и рифовые известняки, играющие подчиненную роль. В известняках собрана фауна фораминифер (*Archaeolagena ovate* Z.Petr. и *A. cf. porrecta* Z.Petr.) и криноидей (*Syndetocrinus sp. indent* (?) и *S. cf. natus* Stuk.), датирующая синхронный им вулканизм поздним силуром-началом раннего девона (пржидольский-лохковский века). Мощность пачки 690 м.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для петрохимической характеристики использована представительная база силикатных анализов, полученных при проведении геологосъемочных работ масштаба 1 : 200 000 и 1 : 50 000 под руководством С.Г. Боч (4Ф), Л.Е. Стороженко (6Ф), М.П. Мезенцева (5Ф), Б.Ф. Костюка (7Ф), Э.Г. Негурицы (7Ф), М.М. Павлова (2Ф) и В.Н. Кошевого (9Ф) (табл. 1–3). Исследования выполнены с применением дискриминационных и классификационных диаграмм: TAS, AFM, Л.С. Бородин [1], Е. Mullen [5], Т.Н. Pearce [8]. Для гранитоидов, кроме того, оценивался параметр $Al_2O_3/(CaO + Na_2O + K_2O)$ [6], использована диаграмма J.A. Pearce [7], выполнено сопоставление с экспериментальными данными по [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Соимшорская толща (S_2S). Наиболее петрохимически изучена зона контакта силурийских и девонских вулканитов; несколько хуже охарактеризована западная часть площади распространения вулканитов; в центральной части имеются единичные пробы (табл. 1).

По химическому составу вулканиты относятся к субщелочному типу (рис. 2а, б): на TAS-диаграмме они образуют практически непрерывный ряд от трахибазальтов (реже базальтов и щелочных базальтов) до трахидацитов (изредка – трахитов); на диаграмме AFM (рис. 2в) вулканиты соответствуют как толеитовым, так и известково-щелочным составам.

Таблица 1. Петрохимическая характеристика пород соимшорской толщи (%)

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
1	51.59	1.32	14.85	4.33	8.73	0.19	4.29	8.5	3.86	0.7	0.22
2	63.56	0.44	17.82	1.85	3.26	0.08	2.19	2.1	6.78	1.25	0.17
3	62.82	0.54	17.55	2.13	2.58	0.08	2.42	2.95	6.42	1.66	0.75
4	52.03	1.05	14.23	7.79	4.27	0.22	3.92	6.21	3.07	4.13	0.36
5	50.37	0.95	16.13	5.91	4.64	0.14	3.24	8	4.24	2.14	0.35
6	49.57	1	16.93	5.82	4.05	0.14	4.51	9.25	4.03	0.48	0.2
7	51.62	0.99	17.44	6.06	3.62	0.09	4.19	5.44	5.17	1.43	0.19
8	53.82	0.92	16.93	5.94	3.33	0	3.81	4.82	5.92	0.54	0.19
9	53.73	0.92	16.91	4.41	4.19	0.11	4.43	6.66	4.91	0.54	0.17
10	53.71	0.92	16.9	5.89	3.75	0.05	4.02	4.31	5.03	1.23	0.2
11	49.43	1.13	16.58	3.08	3.46	0.13	3.98	9.9	4.72	1.1	0.3
12	57.07	0.96	18.47	3.35	3.74	0.13	2.68	3.22	6.82	0.54	0.36
13	53.18	1.04	17.7	6.44	3.47	0.13	3.88	4.82	5.45	1.41	0.22
14	61.6	1.08	17.35	2.57	1.58	0.2	1.15	2.46	7.04	2.87	0.38
15	49.77	1.62	14.21	5.93	6.35	0.28	4.04	7.68	4.31	1.8	1.35
16	62.42	0.82	16.46	3.53	2.02	0.14	1.94	2.22	8.03	1.1	0.06
17	63.93	0.49	17.84	3.29	2	0.07	2.12	1.28	7.34	0.34	0.19
18	66.23	0.88	16.43	2.96	1.17	0.2	0.76	1.65	5.83	3.21	0.24
19	61.01	0.52	17.66	2.33	1.8	0.1	2.49	4.53	7.27	0.38	0.16
20	50.26	1.38	13.69	6.88	5.78	0.21	3.13	8.26	4.83	1.18	1.52
21	49.03	1.25	14.84	8.15	4.55	0.2	2.98	9.92	3.12	0.97	1.61
22	50.06	1.44	15.31	8.69	4.18	0.33	5.93	5.8	4.78	0.21	0.92
23	54.47	1.31	13.7	5.89	6.09	0.23	3.05	6.22	4.54	1.56	0.74
24	55.45	1.07	17.19	4.13	4.47	0.15	3.98	3.58	6.33	0.54	0.25
25	54.5	0.97	17.97	3.47	4.9	0.17	3.91	3.61	5.33	1.96	0.25
26	53.48	1.12	17.75	4.46	4.54	0.13	3.49	5.37	5.7	0.74	0.25
27	46.34	1.55	14.73	9.94	4.4	0.25	4.91	11.68	3.07	0.14	1.09
28	46.84	1.52	14.04	2.59	11.04	0.25	4.72	11.81	2.74	0.14	1.1
29	52.54	1.16	14.63	7.62	5.25	0.22	3.05	7.32	5.47	0.12	1.07
30	50.16	1.15	15.24	8.56	4.78	0.22	4.04	6.68	5.43	0.17	1.07
31	47.92	1.7	14.05	7.37	7.69	0.3	4.17	8.52	2.78	1.37	1.6
32	46.79	1.64	14.98	8.6	4.27	0.3	3.03	10.32	2.9	1.13	1.52
33	47	2.24	25.84	2.93	4.46	0.05	2.29	4.43	3.05	3.4	0.57
34	51.1	0.94	16.32	4.84	5.45	0.17	6.31	8.34	3.55	0.99	0.24
35	50.66	1.03	16.48	5.29	5.42	0.51	2.73	8.56	5.28	0.92	0.13
36	45.64	1.19	15.28	6.42	6.2	0.28	2.48	11.31	4.92	0.14	0.66
37	43.59	1.66	14.26	8.79	6.63	0.14	5.19	9.56	3.69	0.62	1.23
38	45.18	1.53	13.81	7.68	5.79	0.18	4.15	9.33	4.7	0.89	1.27
39	44.1	1.5	14.33	6.48	7.15	0.21	4.69	10.72	3.96	0.62	1.22
40	45.98	1.62	14.6	9.3	4.68	0.15	5.63	8.69	3.52	0.98	1.24
41	46.3	1.53	12.3	9.23	3.78	0.2	4.72	11.3	3.12	0.97	1.38
42	52.46	1.1	18.01	3.9	5.07	0.16	5.89	5.55	4.53	0.46	0.26
43	60.18	1.12	15.47	4.44	3.62	0.16	0.91	2.99	5.27	2.81	0.6
44	60.38	0.8	17.31	2.7	3.16	0.14	3.22	2.61	7.88	0.07	0.31
45	45.4	0.83	16.01	3.41	3.13	0.11	3.72	14.06	4.05	0.99	0.13

Примечание. 1 – долеритовый порфирит, 2 – андезитовый порфирит, 3 – плагиоклазовый порфирит, 4–13 – пироксен-плагиоклазовые порфиры трахиандезибазальтов, 14 – трахит, 15 – трахибазальт, 16–19 – трахиандезиты, 20–30 – афировые трахиандезибазальты (подушечные лавы), 31–35 – субщелочные базальты, 36–41 – афировый субщелочной базальт, 42 – миндалекаменный трахиандезибазальт, 43 – афировый трахиандезит, 44 – туф трахиандезитов, 45 – туф трахиандезибазальтов.

На диаграмме Е. Mullen вулканы основного состава западной части соимшорской толщи располагаются преимущественно в полях толеитовых и известково-щелочных базальтов островных дуг (рис. 3а). Составы вулканитов восточной части соимшорской толщи соответствуют преимущественно щелочным базальтам океанических островов (рис. 3а).

На диаграмме Т.Н. Pearce (рис. 3б) точки составов вулканитов соимшорской толщи группируются в три ареала. Пробы, составы которых расположены в поле островных базальтов зон спрединга, отобраны из западной пачки вулканитов. Пробы, характеризующиеся составами, сопоставимыми с орогенными базальтами, равномерно распределены по площади и встречены как в западных, так и

Таблица 2. Петрохимическая характеристика пород тагилыктылымского комплекса (%)

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
1	43.62	0.15	21.98	0.59	5.22	0.21	9.49	14	1.98	0.44	—
2	44.76	0.73	20.05	3.32	7.68	0.12	5.99	13.34	1.87	0.65	—
3	49.71	0.3	15.29	2.77	5.37	0.13	9.62	12.3	1.77	0.59	0.04
4	48.54	0.57	16.1	4.14	6.85	0.16	8.03	10.39	2.89	0.64	0.16
5	50.12	0.6	17.94	3.18	6.12	0.16	5.92	9.85	3.49	0.4	0.14
6	47.87	0.55	17.86	3.96	5.69	0.48	7.65	11.56	1.2	0.54	0.02
7	47.54	0.73	18.35	4.14	5.98	0.18	7.62	11.54	2	0.48	0.02
8	43.49	0.2	30.06	2.19	2.08	0.04	1.98	17.63	0.6	0.22	0.06
9	50.27	0.85	18.83	3.71	6.35	0.23	3.89	8.24	3.4	0.86	0.84
10	46.44	0.3	15.5	2.13	4.61	0.18	9.79	17.56	1.19	0.26	0.1
11	48.97	0.44	24.48	2.85	3.53	0.11	3.11	11.19	2.68	0.42	0.02
12	50.45	0.84	18.52	3.43	5.25	0.15	5.09	9.35	3.9	0.64	0.34
13	52.12	0.55	23.05	3.34	2.41	0.08	2.99	7.62	4.45	1.04	0.6
14	50.4	0.35	27.5	2.23	2.04	0.05	2.4	8.9	3.4	0.48	0.32
15	51.3	0.8	18.14	4.32	4.32	0.2	5.28	8.72	4.26	0.86	0.24
16	52.21	0.77	19.08	2.6	6.01	0.1	4.61	9.55	2.93	0.48	0.18
17	47.75	1.02	18.04	4.02	6.94	0.1	5.64	9.09	3.43	0.75	0.35
18	50.58	1.09	18.57	1.53	7.2	0.1	4.42	8.49	4.01	0.86	0.2
19	51.08	0.85	20.43	3.47	5.2	0.13	3.96	8.71	3.5	1.28	0.42
20	53.66	1.24	18.32	4.55	4.91	0.15	3.4	6.21	4.56	0.92	0.8
21	53.85	1.26	19.72	3.2	4.09	0.15	2.24	9.18	4.78	0.26	0.64
22	50.44	0.87	17.35	4.09	5.34	0.18	3.33	9.69	3.71	0.92	0.24
23	44.9	0.16	17.83	0.68	2.81	0.07	12.87	15.15	1.49	0.34	—
24	47.69	0.43	16.6	1.77	4.95	0.11	9.1	14.27	2.18	—	0.06
25	55.84	1.14	14.31	4.59	6.34	0.2	3.51	5.84	4.65	0.65	0.15
26	46.75	0.35	17.48	3.33	4.22	0.12	9.65	14.14	1.2	—	0.05
27	41.56	0.13	18.83	2.33	6.46	0.16	16.33	10.04	0.37	0.07	—
28	51.18	1.33	16.36	2.98	7.71	0.09	5.42	8.03	3.65	0.76	0.31
29	51.59	1.09	16.67	3.93	7.19	0.2	4.81	7.91	3.29	1	0.3
30	49.35	0.74	17.13	3.82	7.12	0.23	7.32	9.4	2.53	0.4	0.11
31	48.99	1.11	15.86	4.22	5.91	0.13	4.62	11.6	3.92	0.25	0.46
32	50.47	0.72	19.23	4.29	4.71	0.13	4.61	9.81	3.2	1.16	0.02
33	44.81	0.58	27.01	2.63	3.08	0.06	3.4	14.1	1.92	0.48	0.38
34	53.41	1.37	19.84	3.13	5.75	0.24	1.15	6.91	5.76	0.22	0.4
35	49.96	0.41	19.37	1.79	6.08	0.14	6.9	12.6	1.25	0.16	0.06
36	50.5	0.93	19.04	3.41	6.62	0.11	5.15	11.33	1.92	0.1	0.14
37	48.89	0.26	24.05	1.74	3.17	0.06	5.16	14.32	1.58	0.07	0.02
38	48.9	0.07	19.34	3.99	6.54	0.1	6.22	11.93	2	0.1	0.06
39	50.55	0.62	19.46	2.81	6.05	0.1	6.02	10.57	2.47	0.22	0.06
40	50.8	0.75	21.04	3.29	5.61	0.12	5.44	8.1	3.21	0.1	0.1
41	49.95	0.83	17.91	5.03	4.54	0.15	6.2	10.79	3.62	0.2	0.04
42	50.55	0.77	19.06	3.43	6.84	0.12	5.72	10.03	2.47	0.13	—
43	42.4	0.09	15.06	2.81	6.05	0.09	16.82	11.89	0.46	0.03	0.04
44	53.82	0.68	16.88	1.41	4.53	0.2	4.71	10.58	4.45	0.4	0.17
45	48.46	1.25	17.03	4.55	7.88	0.17	5.63	10	2.65	0.14	0.1

Примечание. 1–18 – роговообманковое габбро, 19–22 – габбро роговообманковое кварцевое, 23–26 – габбро, 27 – оливковое габбро, 28–31 – габбро роговообманковое биотитсодержащее, 32–33 – габбро роговообманковое лейкократовое, 34–35 – габбронорит, 36–40 – габбронорит амфиболизированный, 41 – оливковый габбронорит, 42–43 – оливковый габбронорит амфиболизированный, 44 – апогаббровый амфиболит, 45 – двупироксеновый габбронорит.

в центральных и восточных участках соимшорской толщи. Пробы, тяготеющие к полю континентальных базальтов, отобраны из восточной пачки описываемых вулканитов.

Особенности химизма вулканитов западной и центральной пачек соимшорской толщи близки субщелочным эффузивам гороблагодатского комплекса, а восточной – субщелочным вулканитам ту-

ринского комплекса, сформированным в пределах барьерной зоны палеоостровной дуги Тагильской зоны Среднего Урала [2].

На TAS-диаграмме составы габброидов тагилыктылымского комплекса (табл. 2) распадаются на два ареала (рис. 2а), не обнаруживая при этом принципиального различия петрографического состава пород. Один ареал расположен в поле нормально-

Таблица 3. Петрохимическая характеристика пород верхнетагильского комплекса (%)

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
1	52.19	0.94	19.27	5.35	3.67	0.06	3.61	8.11	3.7	1.04	0.2
2	59.9	1.32	14.97	3.53	3.8	0.13	3.8	6	4	0.91	0.2
3	56.12	1.33	15.53	5.28	5.6	0.08	2.6	6.2	4.32	1.04	0.2
4	61.88	0.46	16.02	3.49	3.02	0.2	1.82	7.19	3.8	0.64	0.1
5	61.86	0.45	14.7	2.63	5.7	0.12	4.05	4.45	3.75	0.68	–
6	60.76	0.61	13.75	2.8	4.67	0.2	3.9	8.6	2.8	0.95	0.1
7	62.61	0.56	15.05	4.17	3.24	0.12	2.83	3.98	3.66	0.74	0.17
8	53.42	1.32	14.69	5.03	6.69	0.2	4.39	7.81	2.71	0.95	0.55
9	56.25	0.79	15.48	3.85	4.33	0.8	3.43	6.32	5.02	0.25	0.3
10	64.44	0.54	16.81	2.94	2.37	0.1	2.71	4.29	2.14	0.88	0.09
11	61.39	0.54	15.92	1.97	3.73	0.2	3.71	5.73	2.5	0.84	–
12	65.23	0.52	13.23	1.44	4.68	0.12	3.05	5.59	3.41	0.96	–
13	61.03	0.62	15.26	2.23	4.31	0.1	4.4	5.11	3.28	0.88	0.1
14	62.18	0.68	12.44	3.35	4.82	0.1	4.31	5.82	3.29	0.4	0.08
15	58.91	0.78	13.42	5.54	4.67	0.12	5.11	6.22	2.88	0.4	0.11
16	59.47	0.48	15.1	1.48	5.06	0.12	4.42	6.47	3.65	0.44	0.08
17	53.89	1.04	17.55	3.73	5.21	0.1	4.21	7.31	2.74	1.98	0.46
18	53.86	1.14	17.02	4.55	4.91	0.11	3.96	7.61	2.56	2.14	0.28
19	60.84	0.38	17.43	2.7	2.67	0.02	2.21	5.26	5.62	1	0.22
20	60.25	0.85	15.83	2.63	5.13	0.13	2.71	6.3	2.89	0.16	0.17
21	66.76	0.54	15.03	2.71	2.01	0.12	1.81	4.5	3.75	0.95	–
22	66.72	0.6	10.53	2.07	5.05	0.21	3.91	5.14	2.6	1.1	0.1
23	69.26	0.5	14	2.13	2.37	0.07	0.76	5.99	3.1	0.62	0.1
24	64.52	0.37	14.39	2.12	1.81	0.07	3.03	4.44	5.69	0.95	0.17
25	59.25	0.8	15.51	3.1	3.96	0.12	3	6.6	3.6	1.16	0.1
26	62.09	0.5	15.54	2.35	3.24	0.1	3.43	4.73	4.71	0.83	0.06
27	67.31	0.41	15.32	2.46	2.74	0.1	1.55	3.83	3.7	1.16	0.18
28	74.64	0.41	13.38	1.37	1.44	–	0.2	3.79	4.09	0.07	0.12
29	68.83	0.42	14.21	3.28	1.44	0.03	1.3	4.97	3.28	0.16	0.07
30	66.4	0.61	15.74	2.12	2.09	0.04	1.6	4	5.03	0.73	0.2
31	68.23	0.34	16.59	2.15	1.44	0.04	1.20	3.38	4.58	0.98	0.02
32	73.42	0.30	13.92	1.24	1.58	0.11	0.48	2.44	3.90	0.92	0.18
33	74.18	0.36	13.48	0.41	1.30	0.03	1.41	2.08	4.22	0.74	0.08
34	66.59	0.62	13.58	3.43	2.02	0.05	2.01	2.08	5.22	0.16	0.13
35	73.00	0.60	13.44	0.57	1.94	0.03	2.20	0.69	5.61	0.28	0.11
36	63.44	0.42	17.01	1.89	1.94	0.71	1.25	6.00	4.38	1.62	0.18
37	72.08	0.28	14.28	1.28	1.62	0.04	0.75	1.20	4.27	1.82	–

Примечание. 1–4 – диорит-порфирит, 5–16 – кварцевый диорит, 17–18 – кварцевый биотит-роговообманковый диорит, 19–25 – кварцевый диорит-порфирит, 26 – плагиогранодиорит, 27 – плагиогранодиорит-порфир, 28–33 – плагиогранит, 34–36 – плагиогранит-порфир, 37 – гранит.

щелочных составов, отражая изменение химизма от пикробазальтов, базальтов до андезибазальтов. К нему тяготеют породы южной части площади, лишь единичные пробы отобраны в северной части. Другой ареал смещен в поле трахибазальтов и трахиандезибазальтов: эти породы пользуются повсеместным распространением.

Аналогичная картина наблюдается и на диаграмме Л.С. Бородин (рис. 2б). На ней составы тех же пород, что и на TAS-диаграмме, образуют два компактных ареала: один характеризует эволюцию магматического расплава в поле толеитовых серий; другой – от известковой до субщелочной серии.

Разделение имеет место и на диаграмме AFM (рис. 2в): наблюдаются два ареала – один в поле толеитового состава, а во втором отмечается тенден-

ция эволюции состава от толеитового к известково-щелочному.

На диаграмме Е. Mullen (рис. 3а) габброиды группируются в два ареала: один – в поле составов известково-щелочных и толеитовых базальтов островных дуг; второй – в поле толеитовых базальтов островных дуг и щелочных базальтов океанических островов. Та же закономерность наблюдается и на диаграмме Т.Н. Pearce (рис. 3б). Точки габброидов, характеризующихся толеитовым составом, образуют ареал в поле базальтов океанических абиссальных и орогенных обстановок. Ареал габброидов субщелочного состава соответствует вулканитам соимшорской толщи.

О присутствии в составе Хорасюрского массива двух типов габброидов, различающихся между

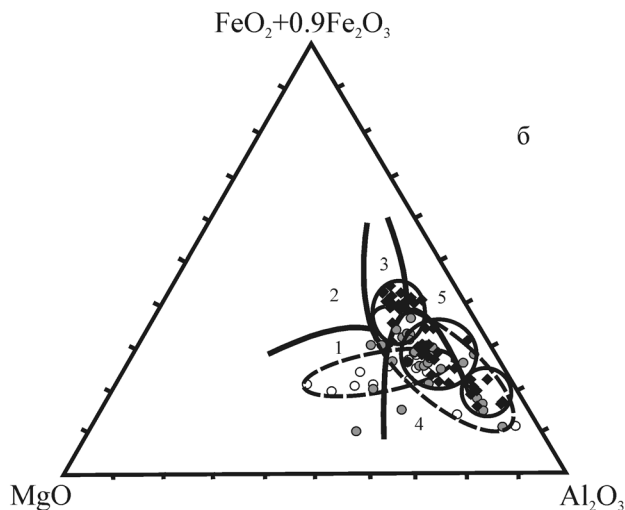
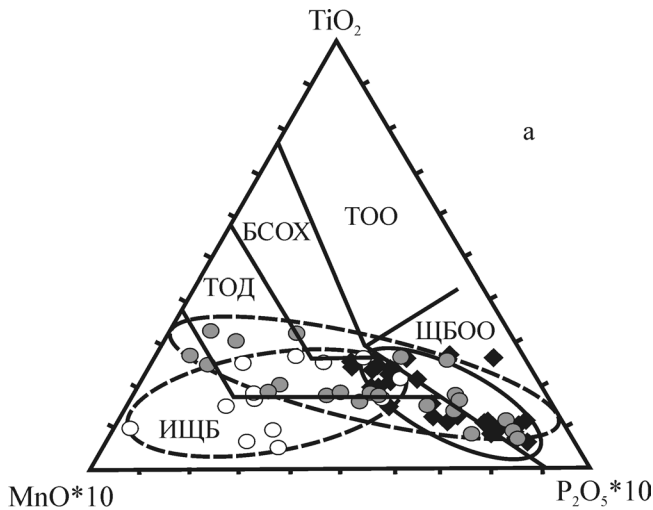


Рис. 3. Положение химических составов силурийских магматических пород на дискриминационных петрохимических диаграммах: а – диаграмма Mullen [5]; б – диаграмма Т.Н. Pearce [8].

Поля составов базальтов на диаграмме Mullen: БСОХ – базальты срединно-океанических хребтов, ТОО – толеиты океанических островов, ТОД – толеиты островных дуг, ИЩБ – известково-щелочные базальты островных дуг, ЩБОО – щелочные базальты океанических островов. Поля составов базальтов на диаграмме Т.Н. Pearce: 1 – океанические абиссальные базальты, 2 – океанические островные базальты, 3 – континентальные базальты, 4 – орогенные (островодужные и окраинно-континентальные) базальты, 5 – островные базальты из зон спрединга. Остальные обозначения см. рис. 2.

собой по химическому составу, говорится в работе В.Р. Шмелева [4]. Однако, по данным В.Н. Кошечного и др. (9Ф) петрохимические и петрографические данные в настоящий момент не позволяют достаточно достоверно выделить эти разновидности.

Породы Сертыньинско-Щекуринского массива *верхнетагильского комплекса* изучены преимущественно в южной части массива; в северной части отобраны единичные пробы (табл. 3).



Рис. 4. Положение гранитоидов Сертыньинско-Щекуринского массива на диаграмме J.A. Pearce [7].

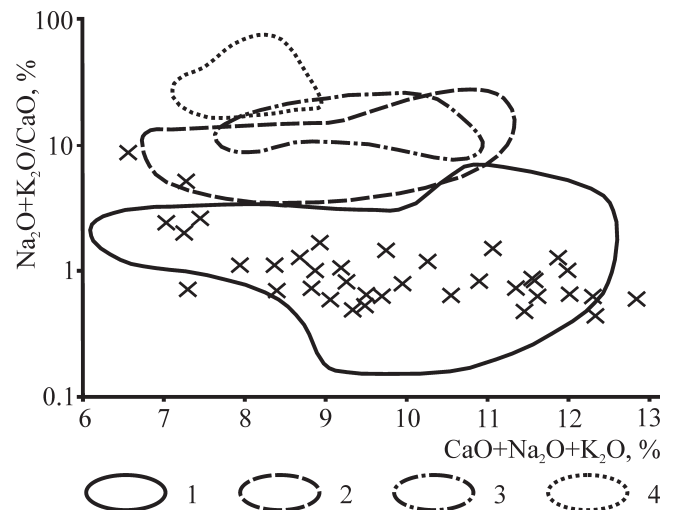


Рис. 5. Сопоставление состава гранитоидов Сертыньинско-Щекуринского массива с экспериментальными данными, полученными при дегидратационном плавлении пород.

Экспериментальные расплавы, полученные при плавлении: 1 – мафических метапеллитов, 2 – фельзитических метапеллитов, 3 – метаграувакк, 4 – амфиболитов.

На TAS-диаграмме (рис. 2а) фигуративные точки гранитоидов располагаются в полях составов от андезитов до риолитов и относятся к породам нормально-щелочного и низкощелочного ряда. Исключение составляют диорит-порфириды дайковой стадии, составы которых соответствуют андезибазальтам. На диаграмме Л.С. Бородин фигуративные точки гранитоидов занимают поле известковых серий (рис. 2б), образуя “отскоки” в поля толеитовых и известково-щелочных серий. Параметр $Al_2O_3/(CaO + Na_2O + K_2O)$ варьирует в диапазоне 1.11–2.3, свидетельствуя о принадлежности пород к пералюминиевому типу [6]. На диаграмме АФМ (рис. 2в) составы гранитоидов обнаруживают закономерную эволюцию химизма от толеитового до известково-щелочного.

На геодинамической диаграмме, предложенной J.A. Pearce [7], составы гранитоидов Сертыньинско-Щекуринского массива располагаются в поле гранитов I-типа (рис. 4). Кроме того, глубинный источник пород косвенно подтверждается сопоставлением с экспериментальными данными [6] по дегидратационному плавлению различных пород: на рис. 5 фигуративные точки их составов расположены в поле экспериментального расплава, полученного при плавлении амфиболитов.

ВЫВОДЫ

1. Вулканиды *соимшорской толщи* относятся к породам умеренно-щелочного химического состава, их петрохимические особенности не противоречат петрографическим характеристикам. Они представляют собой последовательно дифференцированный ряд, что отличает их от бимодальной базальт-риолитовой шемурской свиты Северного Урала. Изменение химизма соимшорских вулканидов (в совокупности с залегающими в них осадками) отражает последовательное изменение геодинамической обстановки их формирования от преимущественно субмаринной до субконтинентальной в пределах развитой палеостровной дуги. По особенностям химического состава, вулканиды сопоставимы с эффузивами гороблагодатского и туринского комплексов Среднего Урала.

2. По особенностям химизма, габброиды, относящиеся к *тагилокытлымскому комплексу* (северная часть Хорасюрского и южная часть Щекуринского массивов), обнаруживают отчетливую двойственность, образуя на всех диаграммах два ареала: существенно толеитового и субщелочного (умеренно-щелочного) составов. По нашему мнению, в состав тагилокытлымского комплекса "принудительно" объединены разновозрастные габброиды: собственно тагилокытлымские (повышенной щелочности) и более молодые, возможно, относящиеся к первой фазе становления верхнетагильского комплекса (существенно толеитовые), образующие инъекции в тагилокытлымских. На всех петрохимических диаграммах ареалы, соответствующие габброидам более высокой щелочности, перекрывают поле вулканидов соимшорской толщи, что может расцениваться как их генетическое родство.

3. Гранитоиды, слагающие Сертыньинско-Щекуринский массив *верхнетагильского комплекса*, относятся к породам нормально-щелочного и низкощелочного ряда известковой серии. Петрохимические особенности пород свидетельствуют в пользу их принадлежности к гранитоидам I-типа активных континентальных окраин с глубинным источником магматического расплава.

Представленные выводы требуют подтверждения геохимическими данными, которые будут получены по результатам работ 2010 г.

Работа выполнена при финансовой поддержке Федеральной целевой программы "Научные и педагогические кадры инновационной России" на 2009–2013 гг. (Госконтракт № П-355).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородин Л.С. Эталонные петрохимические тренды и оценка состава верхней континентальной коры // Геохимия. 1996. № 1. С. 3–14.
2. Десятниченко Л.И., Фадеичева И.Ф., Смирнов В.Н. и др. Позднеордовикско-силурийские вулканические комплексы Тагильской зоны (восточный склон Среднего Урала): вещественный состав, возраст, уточненная схема расчленения // Литосфера. 2005. № 2. С. 68–96.
3. Цымбалюк А.В., Мезенцев М.П. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Северо-Уральская. Лист Q-41-XXXI. Объяснительная записка. М.: Тюменское ТГУ, 1975. 91 с.
4. Шмелев В.Р. Магматические комплексы зоны Главного Уральского разлома (Приполярный сектор) в свете новых геохимических данных // Литосфера. 2005. № 2. С. 41–59.
5. Mullen E. MnO–TiO₂–P₂O₅: a major element discriminate for basaltic rocks of ocean environments and implications for petrogenesis // Earth Planet. Sci. Lett. 1983. V. 62, № 1. P. 41–58.
6. Patino Douce A.E. What do experiments tell us about the relative contributions of the crust and mantle to the origin of granitic magmas? // Understanding Granites: Integrating New and Classical Techniques. Geol. Soc. Spec. Publ. 1999. V. 168. P. 55–75.
7. Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. Petrol. 1984. V. 25. P. 956–983.
8. Pearce T.H., Gorman B.E., Birkett T.C. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks // Earth Planet. Sci. Lett. 1977. V. 36. P. 121–132.

ФОНДОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- 1Ф. Душин В.А., Кошевой В.Н., Генералов В.И. и др. Выявление и типизация геодинамических обстановок формирования продуктивных породных ассоциаций Уральской части Ханты-Мансийского автономного округа. Отчет по контракту № 48А/03 (59-202-03) – Екатеринбург: УГГУ, 2006.
- 2Ф. Павлов М.М., Сагадиев Н.А., Кошевой В.Н. и др. Отчет Уральской ПСП о геологическом доизучении масштаба 1 : 50 000 Ятринской площади и поисках бокситов на Рувшорской площади. Саранпауль: Сосвинская ГРЭ, 1990.
- 3Ф. Чернышов В.Б., Федоров О.П. Результаты опережающих комплексных геофизических работ в междуречье Сертынья–Толья. Саранпауль: Главтюменьгеология, 1988.
- 4Ф. Боч С.Г., Волков С.Н., Львов К.А., Сиринов Н.А. Геология Приполярного Урала. Л–М.: УГГУ, 1948.
- 5Ф. Мезенцев М.П., Затонский Ю.В., Гоголева В.Г. и др. Результаты геологической съемки масштаба 1 : 200 000. Тюмень: ТГУ, 1964.

- 6Ф. *Стороженко Л.Е., Кузнецов Ю.Н.* Материалы к геологической карте масштаба 1 : 200 000 листа Р-41-І. Свердловск: УГУ, 1960.
- 7Ф. *Костюк Б.Ф., Затонский Ю.В., Нефедов В.А. и др.* Результаты геологической съёмки масштаба 1:50 000. Тюмень: Трест Тюменьгеологоразведка, 1967.
- 8Ф. *Негурица Э.Г., Севостьянов Г.И., Чащир А.Н. и др.* Геологическое строение верховьев рек Б. Турупья, Туяхланья, Волья. Тюмень: Саранпаульская КГРЭ, 1970.
- 9Ф. *Кошевой В.Н., Павлов М.М., Денисов В.А. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Северо-Уральская. Лист Р-41-І. Объяснительная записка. Саранпауль: ГУП "Сосьвапромгеология", 2002.

Рецензент Г.А. Петров

A petrochemical typification of Silurian magmatic rocks in interstream area of Turupya and Šhekurya rivers (Prepolar Urals)

K. Yu. Kudrin

YSC "NPC Monitoring"

Petrochemical features of Silurian magmatic formations such as: volcanic rocks of Soimshor layer, gabbroids of Tagilo-Kytlym and granitoides of Verhnetagil complexes which are widespread in interstream of middle current of the Turupya – Šhekurya rivers on the eastern slope of Prepolar Urals are studied. Volcanic rocks of Soimshor layer form consecutively differentiated moderate-alkaline series, which are distinguished them from bimodal basalt-rhyolite Shemur layer of the North Urals. Chemistry changing of Soimshor layer volcanic rocks (with sedimentary rocks contained in them) reflects alteration of their geodynamic environment from predominantly submarine up to subcontinental ones within the mature paleoarc. The gabbroides, aggregated now in Tagilo-Kytlym complex, make up into all diagrams two areas adequate to essentially toleitic and subalkaline (moderate-alkaline) compositions. Chemical compositions of the last find out identity to volcanic rocks of Soimshor layer that can be the evidence of their genetic identity. Granitoides of Sertinin-Šhekurin massive which form Verhnetagil complex, relate to rocks of normal-alkaline and low-alkaline calcareous series. Petrochemical characters of rocks testify of their belonging to granitoides of I-type of active continental merges with a deep source of a magmatic melt.

Key words: *Prepolar Urals, paleoceanic sector, magmatic complexes, gabbroides, granitoides, basaltoides, petrochemistry, island-arc.*