

К.П.ИВАНОВ

О НЕКОТОРЫХ ПЕТРОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ПОРОД
НАВЫШСКОГО ВУЛКАНОГЕННОГО КОМПЛЕКСА

Породы навышского вулканогенного комплекса раннего рифея Башкирского поднятия испытали два этапа вторичных изменений; более ранний – это зелено-каменный метаморфизм ("метаморфизм захоронения"), более поздний – наложенный щелочной метасоматоз калиевого типа. Как показывает сравнительный анализ минералого-петрографических и химических данных, ни тот, ни другой не протекали "вполне изохимически", а по-разному и в разной степени.

Господствующими процессами зеленокаменного перерождения пород рассматриваемого комплекса являются соскюритизация и спилитизация (в понимании их по /6/), развивающиеся параллельно и комплиментарно. Первый из них требует повышенного местного давления, а потому развивается в породах с более глубоким уровнем залегания – в нижних частях разреза комплекса в целом и во внутренних зонах относительно мощных магматических тел (особенно даек и силлов). Второй, наоборот, более характерен для внешних зон тех же тел, особенно эффузивных. В целом же по характеру и степени зеленокаменного перерождения намечается своеобразный и выдержанный ряд пород – от диабазов центральной зоны интрузивных тел, пород относительно свежих либо лишь в той или иной мере соскюритизированных (см. таблицу, ан.1), через палеодолеритобазальты внутренних зон эффузивных потоков (ан.2) и диабазы переходных зон интрузий, в которых в различном количественном соотношении проявлены и соскюритизация, и спилитизация, к палеобазальтам внешних частей потоков (ан.3) и диабазам эндоконтактов интрузий, пород преобладающе или исключительно спилитизированных. Нетрудно видеть, что в указанном направлении достаточно закономерно изменяется и химический состав пород, что нельзя не связывать со спилитизацией.

Диабазы внутренних частей интрузий либо вообще не изменены, либо соскюритизированы, а потому может быть принят за исходный. По своим петрохимическим особенностям эти "толеитовые диабазы первой группы" (по /4/) отвечают

Средний состав пород, мас. %

Компонент	I*	2	3	4	5
SiO ₂	50,94	48,50	48,39	48,87	58,76
TiO ₂	1,19	1,36	2,37	2,89	2,68
Al ₂ O ₃	13,51	16,14	16,15	16,10	16,71
Fe ₂ O ₃	2,96	5,04	6,87	6,47	2,10
FeO	10,22	6,71	6,00	5,16	1,03
MnO	0,19	0,15	0,10	0,06	0,03
MgO	6,62	6,66	6,77	6,59	1,06
CaO	10,30	6,70	2,21	1,39	1,52
Na ₂ O	2,49	2,64	4,04	1,34	0,26
K ₂ O	0,52	2,11	1,95	6,59	13,03
P ₂ O ₅	0,14	0,24	0,99	0,85	0,77
П.п.п.	0,49	3,60	4,79	4,16	1,68
Колич. анализов	9	5	6	5	12
V	300	223	230	232	254
Cr	70	39	61	46	63
Co	50	51	46	42	24
Ni	55	52	62	47	76
Sc	45	31	26	22	43
Rb	33	32	29	60	99
Sr	240	147	106	145	34
Zr	160	230	232	240	195
Nb	8	14	15	14	10
Y	34	35	35	35	37
La	10	25	32	32	60
Yb	3,4	3,3	2,4	2,3	3,5
Колич. анализов	11	6	10	4	4

* I - диабазы интрузивные свежие (окислы - по /5/); 2 - аподолеритоба - зальты эффузивных потоков; 3 - палеобазальты спилитизированные; 4 - палеоба - зальты калишпатизированные; 5 - калиевые метасоматиты, 6 - средний из (2-4) состав эффузивных пород; 7 - то же в целом. Содержание редких элементов дано в граммах на тонну.

составу континентальных толеитов и наиболее близких траппам Карру Южной Африки. Наиболее близки они континентальным толеитам и по концентрации редких элементов, за исключением более низкого содержания Sr, но и в этом случае есть аналогия с Карру.

По мере протекания и усиления роли спилитизации (и соответственно ослабления соссэритизации) в химическом составе пород отмечается (см. ряд I-2-3 в таблице) последовательное и весьма значительное снижение содержания CaO (на

3-4% и более) и повышение летучих (п.п.п.) и Na_2O ; в наиболее сильно спилитизированных палеобазальтах комплекса содержание Na_2O может достигать 6%. Характерно также сильное (в 1,5 раза) снижение концентрации Sr. Содержание остальных химических компонентов изменяется менее существенно и менее закономерно, хотя нельзя отрицать некоторого уменьшения концентраций K и Si и увеличения Fe, Ti и P.

Иное дело – щелочной метасоматоз: по мере протекания и усиления калишгитизации палеобазальтов в последних отмечается последовательное и сильное увеличение содержания K_2O (в 3-4 раза и более) при столь же сильном снижении Na_2O и CaO (ан.4); в составе редких элементов это сопровождается сильным увеличением концентрации Rb. Содержание остальных компонентов изменяется менее существенно и незакономерно. Если же процесс метасоматоза идет до конца, вплоть до формирования алхимоминерального метасоматита ("бостонита", по /4/), то, вслед за Ca, затем последовательно снижается концентрация Mg, Fe и Mn, но увеличивается Si и Al, тогда как содержание Ti и P остается на прежнем и достаточно высоком уровне (ан.5). Среди редких элементов продолжает увеличиваться содержание Rb, но резко снижается Sr.

Таким образом, нельзя не видеть, что, с одной стороны, оба типа вторичных изменений протекают в породах комплекса действительно не вполне изохимически, а с другой – отдельные химические элементы ведут себя далеко не одинаково. При этом в обоих случаях наиболее чувствительны к вторичным процессам и наиболее переменны щелочные и щелочноземельные элементы, в том числе и редкие. Отсюда и сильные различия в величинах их средних концентраций в вычисленных теми или иными исследователями средних составов эффузивов навашского комплекса (ан.4). Понятно и то, что ни их содержания, ни их отношения (Rb/Sr , Rb/K , Ba/St и др.) не могут быть информативными и служить критериями петрогеохимических особенностей пород комплекса. В частности, Rb/Sr отношение в последних значительно выше (почти на порядок), чем даже в базальтах щелочных формаций Урала и мира, а характер его последовательного увеличения в указанном ряду пород (от ан.1 к ан.5) однозначно говорит об обусловленности его щелочным метасоматозом. Поэтому представляется, что все дискриминационные диаграммы, построенные с участием этой группы элементов, для комплексов, подобных рассматриваемому, нельзя считать корректными и индикаторными.

Малоинформативны в этом плане и элементы семейства железа – V, Cr, Co, Ni и Sc, но главным образом по иной причине. Причина эта – в малой чувствительности этих элементов к основным петрологическим процессам вообще, начиная с этапа выплавления магм /5/. Только этим можно объяснить имеющиеся сильные провинциальные различия в концентрации этих элементов в базальтах всех магматических петрохимических серий (толеитовых и т.д.), по концентрации этих элементов в той или иной мере перекрывающих друг друга. По уровню концентраций элементов этой группы навашские эффузивы напоминают базальты некоторых континентальных толеитов – Лесото (Карру), Колумбия-плато (США) и т.д. /5/, существенно отличаясь от них более низким содержанием Cr и сближаясь с базальтами некоторых "шононит-латитовых" серий активных окраин континентов, в меньшей мере – с базальтами некоторых островных дуг /3, 5/.

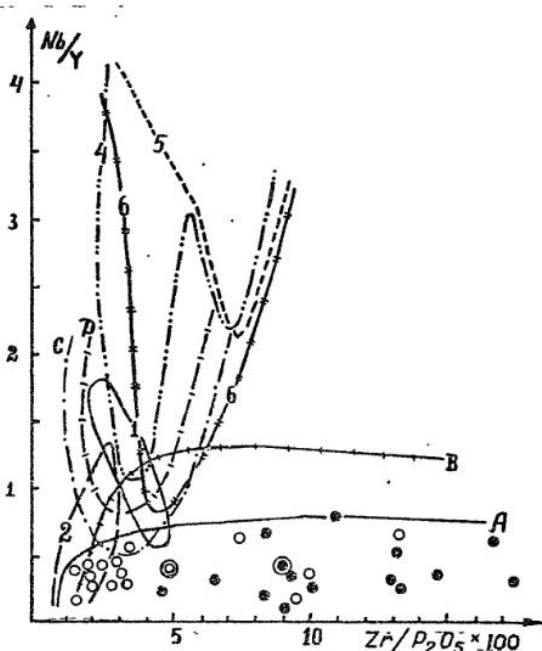
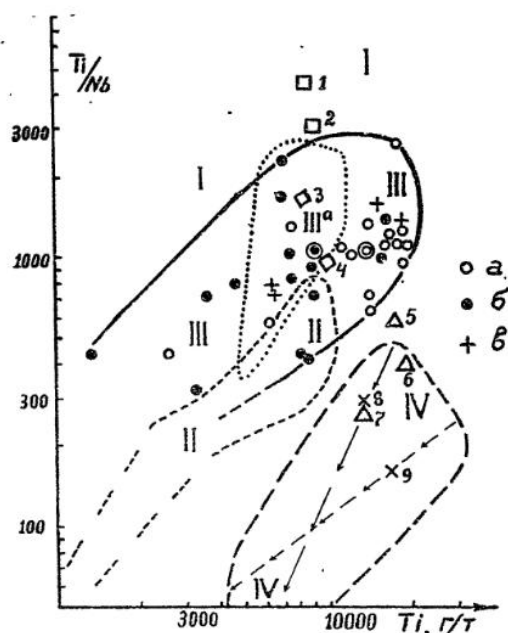


Рис. 1. Соотношение $Ti/Nb - Ti$ в базальтоидах различных петрохимических серий.

I-IV - области составов базальтов (по данным /1-3 и др./): океанических толеитов (I-I), шононит-латитовых серий активных окраин континентов (II-II), континентальных толеитов (III-III), в том числе недифференцированных траппов Сибири (IIIa), и щелочных серий континентальных рифтов (IV-IV). 1-9 - средние составы базальтов указанных серий: океанических толеитов (1, 2), траппов Сибири (3), континентальных толеитов (4), щелочных базальтов океанических островов (5, 6) и континентальных рифтов (7-9), в том числе натриевой (8) и калиевой (9) серий. Породы навашского комплекса: а - эффузивные, б - интрузивные, в - метасоматиты (1, 3, 5, 8, 9 - по /3/, 2, 4, 6, 7 - по /1/)

Рис. 2. Дискриминационная диаграмма $Nb/Y - Zr/P_2O_5$.

A, B, C и D - границы полей составов базальтов (по Флойду и Винчестеру, 1973): толеитовых серий, океанических (A) и континентальных (B), щелочных серий, океанических (C) и континентальных (D).

1-6 - границы полей составов базальтоидных комплексов: 1 - рифта Рио Гранде, 2 - лакколита Шонкин Саг, 4 - плато Колорадо, 5 - Восточно-Африканской рифтовой системы, 6 - дворцового комплекса Среднего Урала. Остальные обозначения - как на рис. 1

И совершенно иное дело - группа остаточных когерентных литофилов, таких как Nb, Zr и Y, их концентрации и соотношения между собой и с характерными малыми элементами - Ti и P. Дело не только в том, что концентрации всех этих элементов в процессе указанных вторичных изменений, как и вообще при метаморфизме не выше зеленосланцевой ступени /7/, не изменяются или изменяются очень слабо. Но и в том, что эти элементы весьма чувствительны к предшеству-

юшим петрологическим процессам начиная с процесса выплавления магмы /2, 3, 5/. Прежде всего эти элементы (особенно Nb) чувствительны к степени щелочности исходной магмы, а их концентрация в базальтах магматических серий может служить показателем формационной принадлежности последних. Во всяком случае на всех дискриминационных диаграммах, построенных с участием названных элементов, четко выделяются поля и тренды всех петрохимических серий, причем, как правило, почти все точки составов навьшских вулканитов ложатся в поле континентальных толеитов. Наиболее характерен из числа этих элементов Nb, обладающий наилучшими индикаторными свойствами. Согласно /1, 3, 5, 7/, уже сама величина концентрации Nb в базальтах может служить показателем щелочности магматической формации и исходной для нее магмы. Минимальная она в океанических и островодужных толеитах, имеющих минимальную глубину своих мантийных выплавов, а максимальная – в базальтах щелочных серий континентальных рифтов (с их максимальной глубиной выплавов), причем в базальтах калиевой серии она в 2 раза выше, чем в таковых натриевой (до 100–110 г/т против 50–60 г/т, по /2, 3/). Нетрудно видеть, что в этом отношении (см. рисунок) палеобазальты навьшского комплекса резко отличаются от базальтов щелочных формаций (серий), но весьма схожи с формациями континентальных толеитов.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

1. Б о р о д и н Л.С. Закономерности концентрации редких элементов в главных магматических сериях // Геохимия магматизма. М., 1982. С.190–207.
2. Восточно-Африканская рифтовая система / В.В.Белоусов, В.И.Герасимовский, А.В.Горячев и др. М.: Наука, 1974. Т.3.
3. К у з ь м и н М.И. Геохимия магматических пород фанерозойских подвижных поясов. Новосибирск: Наука, 1985.
4. Л е н н ы х В.И., П е т р о в В.И. О калиевых щелочных базальтоидах в обрамлении тараташского комплекса // Вулканизм Южного Урала. Свердловск, 1974. С.146–164.
5. Л у т ц Б.Г. Геохимия океанического и континентального магматизма. М.: Наука, 1980.
6. Ш т е й н б е р г Д.С. О химической классификации эффузивных горных пород. Свердловск, 1964.
7. Р е а г с е J.A., С а н н J.R. Tectonic setting of basic Volcanic rocks determined using trace element analyses // Earth. Planet. Sci. Letter. 1973. Vol. 19. P.290–300.