

ПЕТРОГРАФИЯ

И. В. БЕЛОВ

СРЕДНИЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГРАНИТОИДОВ ЗЕРАВШАНО-ГИССАРСКОЙ ГОРНОЙ СИСТЕМЫ (СРЕДНЯЯ АЗИЯ)

(Представлено академиком А. Е. Ферманом 15 X 1939)

Настоящая статья представляет результаты обработки химических анализов, опубликованных в литературе, и ряда анализов, в особенности по Кара-Тюбе, выполненных автором этой статьи (1).

В строении Зеравшано-Гиссарской горной системы играют большую роль кислые интрузии, с которыми генетически связан ряд месторождений полезных ископаемых. Петрология и петрохимия этих интрузий еще очень мало изучены (1, 2, 5, 7, 8, 10, 11). Обобщение имеющихся по этому вопросу материалов приводит к выводу о том, что варисцийские интрузии Зеравшано-Гиссарской горной системы как по отдельным районам, так и в целом характеризуются своеобразными особенностями химического и минералогического составов, а также и в структурном отношении, выделяющими их среди интрузивных формаций иного возраста. При этом в пределах группы варисцийских интрузивов намечаются также некоторые закономерные изменения их состава во времени, что, возможно, позволит в дальнейшем выделять петрохимически разновозрастные интрузии.

Таблица 1

Средний химический состав гранитоидов Зеравшано-Гиссарской горной системы

Окислы	Анализы				
	1	2	3	4	5
SiO ₂	68.87	69.07	61.55	63.76	66.06
TiO ₂	0.86	—	0.55	0.36	0.55
Al ₂ O ₃	15.46	14.76	14.74	15.55	15.13
Fe ₂ O ₃	2.37	2.62	4.23	1.27	2.62
FeO	1.69	2.24	3.36	1.84	2.30
MnO	—	—	0.10	0.12	0.11
MgO	1.58	0.95	2.84	1.27	1.66
CaO	3.51	2.06	4.59	2.74	3.20
Na ₂ O	3.34	6.65	2.66	3.40	4.01
K ₂ O	3.15	3.10	3.28	4.14	3.47
Сумма	100.53	101.45	97.90	94.45	99.11

Таблица 2

Ближайшие типы гранитов

Окислы	Анализы						
	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	66.23	71.12	69.82	70.28	70.77	70.33	71.56
TiO ₂	0.64	0.02	0.41	0.34	0.39	0.54	0.48
Al ₂ O ₃	15.02	14.01	14.53	15.10	14.59	13.86	14.20
Fe ₂ O ₃	1.65	1.58	2.00	1.63	1.58	2.19	1.47
FeO	3.52	1.49	1.68	1.67	1.79	1.89	1.65
MnO	0.08	0.02	0.12	0.11	0.12	0.26	0.18
MgO	2.41	0.99	1.46	1.09	0.89	0.85	0.59
CaO	3.12	2.09	2.21	2.22	2.01	2.22	1.98
Na ₂ O	3.46	3.99	3.51	3.31	3.52	3.19	3.26
K ₂ O	3.78	3.87	4.26	3.98	4.15	4.41	4.53
Сумма	99.91	99.18	99.70	99.70	99.71	99.74	99.90

Таблица 3

Магматические коэффициенты по А. Н. Заварицкому

Кoeffициенты Анализы	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>Q</i>
1	11.2	4.3	6.1	78.2	6.2	+29.9
2	18.3	0.4	7.6	75.6	7.6	+12.3
3	10.7	4.5	12.8	72.6	5.4	+18.7
4	14.1	3.4	5.3	77.1	5.5	+22.7
5	12.9	3.0	9.3	74.1	6.3	+20.1
6	12.7	3.4	9.1	75.0	5.8	+21.0
7	14.0	2.0	4.9	78.9	6.1	+26.0
8	13.2	2.6	5.3	77.0	5.5	+26.9
9	12.4	2.5	5.7	78.8	5.6	+30.9
10	13.1	2.3	5.2	78.5	5.6	+29.4
11	13.0	2.3	5.4	79.1	5.2	+20.1
12	13.3	2.3	3.2	80.4	5.2	+32.7

Таблица 4

Проекционные индексы по П. Ниггли

Индексы Анализы	Si	Al	<i>fm</i>	<i>c</i>	Alk	<i>k</i>	Mg	<i>c/fm</i>
1	302	40.0	24.0	16.0	21.7	0.38	0.54	0.66
2	273	35.7	20.6	9.1	34.4	0.23	0.43	0.44
3	213	30.0	35.0	17.0	18.1	0.45	0.58	0.48
4	284	41.0	20.0	12.8	27.0	0.44	0.55	0.64
5	250	33.6	30.0	13.0	23.1	0.36	0.60	0.43
6	255	34.1	30.0	13.0	22.3	0.41	0.54	0.43
7	337	39.0	20.0	10.8	30.2	0.38	0.50	0.54
8	327	40.0	22.2	10.7	30.0	0.45	0.55	0.48
9	331	41.9	20.4	11.0	26.6	0.43	0.52	0.54
10	332	40.4	20.8	10.2	28.5	0.44	0.47	0.49
11	329	38.0	22.4	11.0	22.1	0.47	0.43	0.49
12	355	41.4	17.1	10.8	30.3	0.47	0.30	0.63

Средний химический состав гранитоидов этой области рельефно отражает основные особенности их минералогического состава, еще более выделяющиеся при сопоставлении средних химических данных со средним составом мирового докембрийского гранита, докембрийского гранита Швеции, гранита всех периодов, посткембрийского гранита, известково-щелочного гранита, гранита и ортогнейса Уральской геосинклинали и гибридного гранито-габбрового Шигир-Тараташского массива на западном склоне Среднего Урала (табл. 1 и 2).

Для сопоставления средних анализов, указанных в табл. 1 и 2, в табл. 3 и 4 приводятся математические коэффициенты и проекционные индексы, вычисленные по системам А. Н. Заварицкого (4) и П. Ниггли (13).

Использованные анализы

1. Средний химический состав гранитов Нура-Тау из 5 анализов (6).
2. Средний химический состав гранитов Кара-Тюбе из 9 анализов (1,7,11).
3. Средний химический состав малых интрузий Зеравшанского хребта из 7 анализов (1,2).
4. Средний химический состав гранитных интрузий Гиссарского хребта из 15 анализов (8,10).
5. Средний химический состав гранитоидов Зеравшано-Гиссарской горной системы из вышеприведенных 36 анализов.
6. Средний химический состав гибридного гранито-габбрового Шигир-Тараташского массива на западном склоне Среднего Урала (9).
7. Средний химический состав гранитов и ортогнейсов Уральской геосинклинали из 8 анализов (12).
8. Известково-щелочный гранит, средний состав из 20 анализов по Дэли (3).
9. Посткембрийский гранит, средний состав из 184 анализов по Дэли (3).
10. Гранит всех периодов, средний состав из 546 анализов по Дэли (3).

Таблица 5

Валентные группы приведенных выше среднехимических анализов гранитоидов

Анализ	Коэффициенты			Молекулярное число четырехвалентных
	R'	R''	R'''	
1	4.5	6.6	8.9	1 195
2	7.4	4.7	8.2	1 150
3	3.5	9.0	7.5	1 055
4	5.4	6.0	8.6	1 182
5	4.8	7.6	7.6	1 130
6	4.6	8.0	7.4	1 137
7	6.0	5.8	8.2	1 191
8	6.0	5.3	8.7	1 185
9	5.4	5.3	9.3	1 188
10	5.6	5.0	9.4	1 202
11	5.7	5.2	9.1	1 192
12	6.2	4.3	9.5	1 219

11. Докембрийский гранит Швеции, средний состав из 114 анализов по Дэли (3).

12. Мировой докембрийский гранит, средний состав из 47 анализов по Дэли (3).

Отдельно подсчитанные элементы, обозначенные: одновалентные— R' , двухвалентные— R'' , трехвалентные— R''' , пересчитаны на 20⁽¹⁾. Этот пересчет приведен в табл. 5.

Приведенный выше материал свидетельствует, что в химическом отношении гранитоиды Зеравшано-Гиссарской горной системы представляют собой своеобразные интрузивные породы, характеризующиеся следующими важнейшими особенностями:

1. Невысоким содержанием кремнезема относительно средних мировых типов гранитов и колебанием индексов по П. Ниггли от 213 до 302 при среднем содержании кремния во всей системе, равном 250. Эти данные близко отвечают характеристикам варисцидского гибридного Шигир-Тараташского массива на западном склоне Среднего Урала, интересного в том отношении, что его варисцидский возраст определен довольно убедительно⁽⁹⁾.

Средний коэффициент кислотности, по А. Н. Заварицкому, равен +20.4, коэффициент кислотности вышеуказанного Шигир-Тараташского массива равен +21.0.

2. Несколько повышенным содержанием кальция при относительно малой его роли в группе двухвалентных элементов. Средний коэффициент c Зеравшано-Гиссарской горной системы равен 13.0. Мировые же типы гранитов имеют колебание того же коэффициента от 10.2 до 11.0.

3. Относительно меньшим содержанием щелочей (Alk немного больше половины Al). В мировых типах Alk значительно выше. Средний коэффициент для Зеравшано-Гиссарской горной системы равен 0.36, а для мировых типов гранитов эта величина колеблется от 0.38 до 0.47. Следовательно, рассматриваемые гранитоиды богаче Na относительно мировых типов. Коэффициенты R' , R'' , и R''' дают возможность установить, что по отношению к группе других окислов содержание щелочей в этих гранитоидах несколько повышено, а именно отношение R' : ($R''+R'''$) примерно, как 1 : 30.

4. Сравнительно очень большим содержанием железа и вообще относительно повышенной феррической группы, так как средний коэффициент fm для гранитоидов рассматриваемой системы равен 30.0. Колебание коэффициента fm в мировых типах гранитов равно от 17.1 до 23.4.

По А. Н. Заварицкому, это положение отражается в характерном увеличении коэффициента b , равного 9.3. Средний коэффициент b для мировых типов, по Дэли⁽³⁾, равен 3.2—5.7, и, следовательно, для изучаемых пород увеличение коэффициента b выходит за пределы обычных колебаний.

В связи с повышенным содержанием железа в гранитоидах Зеравшано-Гиссарской горной системы намечается и несколько повышенное содержание титана, что отвечает его геохимическому родству к железу.

5. Пониженным содержанием одновалентных элементов (среднее для системы R' равно 4.8) за счет калия и лишь только граниты Кара-Тюбе имеют повышенное содержание одновалентных элементов при R' , равном 2.1, что связано с гибридизацией гранитоидами данной системы за счет ассимиляции ими глинистых пород.

По числу одновалентных элементов эти граниты можно сравнивать с гибридным гранито-габбровым Шигир-Тараташским массивом.

6. Повышенным содержанием двухвалентных элементов во всей горной системе, где R'' равно 7.6. Интересно то обстоятельство, что докембрийский мировой гранит имеет R'' , равное 4.3, а посткембрийский равное 5.3.

⁽¹⁾ Примененный метод подсчета сводится к тому, что молекулярные количества $R'(Na_2O + K_2O)$, $R''(FeO + MnO + CaO + MgO)$ и $R'''(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$ складываются в группы и по формуле $\frac{R^{n20}}{\Sigma}$ пересчитываются на 20.

Из вышеприведенных данных можно сделать предварительный вывод, что разновозрастные интрузии имеют и различное содержание двухвалентных элементов; при этом докембрийские интрузии имеют их меньше, чем интрузии палеозоя.

Очевидно, что по величине коэффициента R'' гранитоиды Зеравшано-Гиссарской горной системы стоят ближе к уральским (палеозойским) гибридным интрузиям.

Минералогически указанные выше химические особенности гранитоидов Зеравшано-Гиссарской горной системы выражаются преобладанием в составе этих интрузий горных пород, богатых калиевым полевым шпатом, который всюду выступает, иногда даже с каймой плагиоклаза. Очень характерно, что наряду с калиевым полевым шпатом появляется роговая обманка.

Все эти особенности намечают некоторые своеобразия химического состава, присущие вообще варисцидским кислым интрузиям, отчетливо выраженные в их среднем химическом составе. Вследствие этого намечаемые выше выводы приобретают руководящее петрографическое и, видимо, корреляционное значение.

Кафедра минералогии и петрографии
Узбекского государственного университета

Поступило
15 X 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. В. Белов, Тр. УзГУ (1939). ² Г. Н. Бунтин, Тр. ПЭ, вып. XXIX (1935). ³ Р. Дэли, Изверженные породы и глубины земли (1934). ⁴ А. Н. Заварицкий, Пересчет химических анализов изверженных горных пород (1933). ⁵ В. А. Зильберминц и М. В. Самойло, Тр. ПЭ, вып. XXIX (1935). ⁶ Е. А. Кузнецов и В. И. Лучицкий, Петрографические провинции СССР (1936). ⁷ С. Ф. Машковцев, Тр. ГГРУ, вып. 21 (1931). ⁸ Е. Д. Полякова, Тр. ПЭ, вып. XXIX (1935). ⁹ Г. А. Соколов, Тр. ТПИ, вып. 5 (1935). ¹⁰ Н. Н. Стулов, Тр. ПЭ, вып. XXIX (1935). ¹¹ Тимофеев, Граниты Кара-Тюбе, Ежегодник по геолог. и минер. России. ¹² П. Н. Чирвинский и З. Г. Ушакова, Бюл. Моск. об-ва испыт. природы, XVI (1) (1938). ¹³ У. Грубенман и П. Ниггли, Метаморфизм горных пород (1933).