

УДК 550.4; 552.161

ПЕТРОГРАФИЯ

Н. В. АРНАУТОВ, М. И. ЗЕРКАЛОВА, Р. М. СЛОБОДСКОЙ  
**ИЗОХИМИЧЕСКИЙ КОНТАКТОВЫЙ МЕТАМОРФИЗМ,  
СВЯЗАННЫЙ С ГРАНИТОИДНЫМИ МАССИВАМИ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО АЛТАЯ**

(Представлено академиком Ю. А. Кузнецовым 23 II 1970)

Метаморфизм вмещающих пород в контактовых ореолах гранитоидных массивов может протекать двумя различными путями. В одних случаях перестройка минерального состава метаморфизируемой породы происходит таким образом, что химический ее состав остается неизменным; в других появление новых минеральных ассоциаций сопровождается изменением химического состава преобразуемой породы. Причины этих различий в настоящее время неизвестны, хотя и были высказаны предположения, что химизм контактового метаморфизма определяется петрохимическими особенностями самих гранитоидных плутонов<sup>(1)</sup>, а также зависит и от механизма их формирования<sup>(1)</sup>.

Проверить правильность этих предположений в настоящее время затруднительно из-за крайней скудности сведений, которые позволили бы судить о существовании зависимости между типом контактового метаморфизма и происхождением гранитоидных плутонов. Кроме того, есть данные<sup>(2)</sup>, что, судя по поведению элементов-примесей, характер контактовых изменений, которым подвергаются однотипные песчано-сланцевые породы около аналогичных по способу образования гранитоидных плутонов, может быть существенно различным.

В предлагаемой статье излагаются результаты изучения химизма контактовых преобразований, которым подвергаются песчано-алевролитовые породы вблизи гранитоидных плутонов Центрального Алтая. Массивы, относящиеся к тоналит-гранодиоритовой батолитовой формации по Ю. А. Кузнецову<sup>(3)</sup>, изучены достаточно детально. Библиография работ, в которых есть сведения о геологии, петрографии и возможном способе образования массивов, приведена в статье одного из авторов<sup>(4)</sup>.

Плутоны сложены гранитоидами, в которых наряду с большим количеством кварца (20—28%) содержится до 50% плагиоклаза высокой основности (до 60—70% An). Глубина формирования массивов, образовавшихся, что наиболее вероятно, путем магматического замещения, оценивается в 5—7 км. Залегают они среди монотонных песчано-сланцевых толщ, которые около гранитоидных тел подверглись контактовым изменениям в полосе шириной до 1—2 км и превращены в роговики кварц-плагиоклаз-биотитового состава.

Химический состав вмещающих пород определялся в пробах, которые в количестве 66 были отобраны по 6 профилям от контактов гранитоидных массивов по роговикам до неизмененных вмещающих пород. Пробы в каждом профиле отбирались через одинаковые интервалы, которые для разных профилей принимались равными от 50 до 150 м в зависимости от ширины контактового ореола и условий обнаженности.

Определение химического состава пород производилось главным образом квантометрическим методом с привлечением методик химического анализа лишь для частных определений. Достаточная надежность такого метода петрохимических исследований была установлена ранее<sup>(5)</sup>. На кван-

тометре определялось содержание окислов семи главных породообразующих компонентов: кремния, титана, алюминия, железа (как  $Fe_2O_3$  общ.), марганца, магния и кальция. Доля закисного железа и п.п. определены химическим методом (аналитики Е. Н. Жукова, П. А. Сердюкова, А. В. Сухаренко), содержание щелочей — на пламенном фотометре (аналитик А. С. Суржко).

Подготовка проб к квантометрическому анализу и условия возбуждения спектра соответствовали описанным в (6). Правильность калибровочной шкалы проверялась и оценивалась по контрольным образцам пород кислого и основного состава, надежно проанализированным химическими методами, а также по стандартам горных пород: гранит GM, базальт BM, глинистый сланец ТВ и диабаз W-1. Аналитические линии определяемых элементов, интервал определяемых концентраций и коэффициент вариации для середины интервалов приведены в табл. 1.

Результаты анализов проиллюстрированы графиками (рис. 1); анализы предварительно были пересчитаны на «сухую» породу путем исключения потерь при прокаливании и приведения к 100%, на которых изображено изменение содержаний окислов в роговиках в зависимости от расстояния до контакта гранитоидных тел, вычисленное по всем 6 профилям. Для составления сводных графиков каждый профиль был разделен на 5 равных частей, а затем для всех проб, располагающихся в соответствующих частях профилей, были вычислены средние содержания компонентов и средние квадратические отклонения. Расстояние до контакта ( $L$ ) выражено не в абсолютных величинах, а в долях ширины контактового ореола. Показаны 95% доверительные интервалы.

При сравнении состава исходных песчано-сланцевых пород с составом возникших за их счет роговиков устанавливается, что процесс контактовых изменений сопровождается высушиванием пород, так что среднее количество потерь при прокаливании уменьшается от 5,2% в неизмененных породах до 3% в роговиках, наиболее близких к контактам гранитоидных массивов. Различия в химическом составе между неизмененными породами, к которым отнесены породы, слагающие внешнюю 1/5 часть ширины контактового ореола, и собственно роговиками, слагающими внутреннюю 1/5 часть ширины контактового ореола, сводятся к тому, что в роговиках содержатся в меньших количествах следующие окислы:  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $Na_2O$  и в больших —  $Fe_2O_3$  общ.,

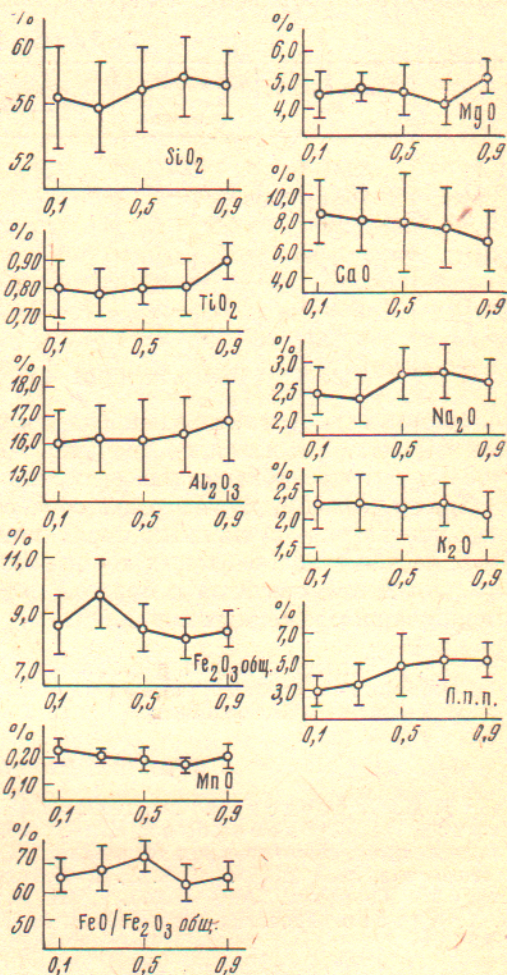


Рис. 1. Состав вмещающих пород в контактовых ореолах гранитоидных массивов Центрального Алтая. Объяснение в тексте

MnO, CaO и K<sub>2</sub>O. Степень окисленности Fe в неизменных породах и роговиках, рассчитанная как FeO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> общ, остается постоянной. Следует лишь отметить, что величина этого отношения заметно увеличивается в породах средней части контактового ореола, указывая на уменьшение здесь степени окисленности Fe.

Значимость различий между средними содержаниями компонентов в неизменных породах и роговиках оценивалась при помощи *t*-критерия Стьюдента. Значения этого критерия оказались равными: SiO<sub>2</sub> 0,38; TiO<sub>2</sub> 1,70; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,82; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> общ 0,34; MnO 0,65; MgO 1,19; CaO 1,29; Na<sub>2</sub>O 0,63; K<sub>2</sub>O 0,67; п.п.п. 2,46; FeO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> общ = 0,10. При  $t_{05 \text{ крит}} = 2,04$  оказывается, что значимыми являются лишь различия между количествами

Таблица 1

	Длина волны, м $\mu$	Интервал, % в пересч. на окислы	Коэф. вариации
Si I	251,61	5—100	1,1
Ti II	324,20	0,02—3	2,4
Al	308,22	0,1—10	3,1
		5—40	2,6
Fe II	273,95	0,1—10	1,2
		10—40	1,2
Mn I	293,31	0,01—1	3,9
Mg II	279,55	0,1—10	2,3
Ca I	315,89	0,2—20	3,1
Co II	258,03	Внутр. стандарт (1 г/л)	

п.п.п. в неизменных породах и роговиках, а различия между содержаниями всех окислов, равно как и между значениями отношения FeO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> общ, — незначимы.

Дополнительно была проведена оценка достоверности различия между средними значениями отношения FeO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> общ в неизменных породах и породах средней части контактового ореола, где

величина этого отношения наиболее сильно отличается от таковой в исходных породах. Вычисленное значение *t*-критерия 2,34 превышает  $t_{05 \text{ крит}} = 2,05$ , так что наблюдаемые различия являются значимыми.

Таким образом, проведенная обработка результатов химического анализа контактово-измененных пород показала, что контактовый метаморфизм песчано-алевролитовых толщ около гранитоидных массивов Центрального Алтая сводится к простой перекристаллизации, сопровождаемой высушиванием исходных пород.

Институт геологии и геофизики  
Сибирского отделения Академии наук СССР  
Новосибирск

Поступило  
3 II 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Р. М. Слободской. Сов. геол., № 11, 1969. <sup>2</sup> А. А. Алабина, Н. В. Арнаутков, Р. М. Слободской. ДАН, 193. № 5 (1970). <sup>3</sup> Ю. А. Кузнецов, Главные типы магматических формаций, 1964. <sup>4</sup> Р. М. Слободской, Геология и геофизика, № 8 (1968). <sup>5</sup> Н. Л. Добрецов, Н. В. Арнаутков, Л. Г. Пономарева, Геохимия, № 8 (1967). <sup>6</sup> Н. В. Арнаутков, М. И. Зеркалова, А. Д. Киреев, Геология и геофизика, № 10 (1968). <sup>7</sup> N. Oba, J. Geol., 76, № 4 (1968).