

УДК 550.42:553.22(477+470.323)

ГЕОХИМИЯ

А. А. ГАНЗЕЕВ

**РЕДКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАСОМАТИТАХ  
КРИВОГО РОГА И КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ**

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 31 V 1972)

Кварциты и сланцы, содержащие щелочные амфиболы и пироксены в качестве породообразующих минералов, широко развиты в докембрийских железорудных толщах. Такие щелочные породы возникают в результате метасоматического преобразования рудных кварцитов или сланцев, когда первичные парагенезисы кварца, куммингтонита, стильпномелана магнетита и гематита замещаются новообразованными, также бесполевошпатовыми ассоциациями с рибекитом и эгирином.

По некоторым особенностям состава и генезиса щелочные метасоматиты докембрийских железистых пород сходны со щелочногранитными породами метасоматического происхождения, для которых обычны повышенные содержания некоторых редких элементов<sup>(1)</sup>. Поэтому представляет интерес сопоставление редкометальных характеристик указанных двух типов щелочных метасоматитов, тем более что распределение лиофильных редких элементов в породах железорудных толщ изучено недостаточно<sup>(2)</sup>.

С этой целью были исследованы магнетит-рибекитовые, магнетит-эгириновые сланцы 6-го рудного горизонта Первомайского месторождения Кривого Рога, которые сравнивались с магнетит-куммингтонитовыми не щелочными сланцами этого же месторождения и неизмененными железистыми кварцитами 2-го и 4-го рудных горизонтов рудника ЦГОК. В пределах КМА опробованы железистые кварциты, магнетит-рибекитовые и магнетит-эгирин-рибекитовые сланцы верхнего железистого горизонта железорудной свиты К<sub>2</sub><sup>3</sup> Коробковского и Лебединского месторождений. Виды анализа и чувствительность определения отдельных элементов приведены в табл. 1.

Выполненные анализы позволяют сделать некоторые предварительные выводы о распределении редких элементов в железистых породах. Прежде всего следует отметить удивительную близость уровня содержаний практических примесных компонентов как в исходных метаморфических породах, так и в щелочных метасоматитах. Другими словами, щелочной метасоматоз не сопровождался заметной миграцией редких элементов, и только для лития отмечается рост содержания в щелочных сланцах КМА по сравнению с железистыми кварцитами.

Полученные результаты дают дополнительное подтверждение постоянства условий щелочного метасоматоза в железистых породах различных регионов, что отражается в сходстве геохимических характеристик метасоматитов КМА и Криворожья. Например, в рибекитовых сланцах КМА отношение Nb/Ta составляет 45, а в подобных породах Кривого Рога 44\*.

По уровню содержания лиофильных редких элементов рибекитовые и эгириновые сланцы резко отличаются от альбититов и других метасоматитов гранитоидного состава, также содержащих рибекит и эгирин в

\* Отношение рассчитывалось не по средним цифрам, а лишь для тех проб, в которых анализом определено значимое содержание tantala.

Порода	Li	Rb	Cs	Nb	Ta	Zr	$\text{TR}_2\text{O}_3$	Be	Ba	F
К р и в о й Р о г										
Железистые кварциты (2)	4,5	10	0,2	17	0,2	Не обн.	40	0,45	Сл.	175
Куммингтонитовые сланцы (2)	3,5	20	0,7	17	9,45	»	—	Сл.	»	415
Рибекитовые и эгириновые сланцы (3)	5,5	12	0,3	21	0,2	»	40	0,7	»	370
К у р с к а я м а г н и т н а я а п а м а л и я										
Железистые кварциты (1)	1,0	20	Сл.	18	0,5	Не обн.	40	0,4	Сл.	500
Рибекитовые и эгириновые сланцы (4)	8,0	16	»	16	Сл.	»	30	Сл.	»	340
Чувствительность определения	1,0	5	0,1	5	0,4	50	30	0,4	100	50

Примечание. Вид анализа: Li, Rb — фотометрия пламени; Cs — нейтронно-активационный; Nb, Ta, TR — химический; Zr, Be, Ba, F — количественный спектральный. В скобках указано число проб. Все результаты — в граммах на тонну.

качестве породообразующих минералов. С целью получения сравнительных данных в метасоматитах этого типа (рибекитовых и эгириновых альбититах и др.) из различных районов Союза нами были определены средние содержания (г/т) редких элементов, составляющие для Li 232, Rb 574, Cs 6, Zr 2500, Ta 31. Эти цифры значительно отличаются от характеристик, приведенных в табл. 1. Следовательно, редкие элементы можно использовать в качестве индикаторов генезиса различных типов щелочных метасоматитов.

Столь же чутким индикатором генезиса является содержание элементов-примесей в щелочных амфиболах. В рибекитах пород гранитоидного состава среднее содержание лития, рубидия и цезия составляет (по нашим данным) 0,35; 0,029 и 0,012%; в рибекитах же КМА и Кривого Рога определения редких щелочных металлов прямым способом не производились, однако валовые анализы существенно рибекитовых (более 50% от массы породы) рудных сланцев свидетельствуют об исключительно низкой концентрации лития, рубидия и цезия в таких амфиболах.

Метасоматиты в докембрийских осадочно-метаморфических железистых породах формируются после стадии регионального метаморфизма, причем возраст их соответствует этапу возникновения посторогенных гранитоидов. Временная и пространственная близость метасоматического процесса и процесса образования гранитов позволила некоторым исследователям (<sup>3-6</sup>) связывать метасоматоз с воздействием эманаций гранитоидов нормальной или повышенной щелочности. Другие исследователи (<sup>7-9</sup>) видят источник щелочных растворов в подстилающих метаморфических породах, поскольку признаки щелочнометасоматического изменения во вмещающих рудных горизонтах сланцах, как правило, отсутствуют.

Можно предположить, что метасоматические изменения железистых кварцитов сопоставимы с явлениями нормальной гранитизации алюмо-кремнистых пород этих же метаморфических толщ. Это кажется тем более вероятным, что оба процесса обнаруживают большое сходство петрохимических характеристик (<sup>10</sup>). Необычность продуктов щелочного метасоматоза является, по-видимому, следствием того обстоятельства, что преобразованию подвергаются не алюмосиликатные породы, а практически безалюминиевые кварциты и сланцы. Незначительное локальное повышение активностей щелочей в поровом растворе в момент прохож-

дения его через рудные горизонты приводит к появлению натровых амфиболов и пироксенов. Механизм, обусловливающий такое повышение активностей оснований, предложен Д. С. Коржинским, а его применимость к железистым кварцитам детально разобрана в литературе (3, 11, 12).

Возможная связь щелочных метасоматитов рассматриваемого типа с процессом региональной гранитизации удовлетворительно объясняет многие особенности их состава, и в частности дефицит редких элементов лиофильной группы. Известно, что при гранитизации древних пород фундамента обычно не наблюдается привноса редких элементов (13, 14). Редкие элементы в процессе гранитизации испытывают незначительное местное перераспределение или (что более характерно) выносятся из гранитизируемых пород. Поведение редких элементов в щелочных метасоматитах Кривого Рога и КМА не противоречит предположению об образовании их во время региональной гранитизации. Обедненность рибекитовых и эгириновых рудных сланцев ювенильными редкими элементами (Ta, Nb, Zr) свидетельствует о внутрикоровом источнике метасоматизирующих растворов (15).

Автор глубоко признателен Л. С. Бородину за обсуждение результатов, а также Э. А. Хмелевой и М. А. Осечкину за помощь при проведении полевых работ.

Институт минералогии, геохимии  
и кристаллохимии редких элементов  
Москва

Поступило  
29 V 1972

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Ф. Р. Апельцин и др., Генетические черты гранитоидов Полярного Урала и условия их редкометальной металлогенической специализации, М., 1967. <sup>2</sup> К. Г. Рябцев и др., В кн.: Проблемы образования железистых пород докембрия, 1969.  
<sup>3</sup> А. А. Глаголев, Метаморфизм докембрийских пород КМА, «Наука», 1966.  
<sup>4</sup> Н. А. Елисеев и др., Метасоматиты Криворожского рудного пояса, Изд. АН СССР, 1961. <sup>5</sup> Н. П. Семененко, В кн.: Вопросы петрограф. и минерал., М., Изд. АН СССР, 1953. <sup>6</sup> Н. И. Половоцко, Баланс вещества при образовании щелочных метасоматитов Криворожско-Кременчугской зоны, 1970. <sup>7</sup> П. М. Каниболоцкий, Петрогенезис пород и руд Криворожского железорудного бассейна, Черновицкий унив., 1946. <sup>8</sup> В. С. Домарев, Матер. Всесоюзн. н.-и. геол. инст., нов. сер., 4 (1955). <sup>9</sup> А. И. Тугаринов и др., Геохимия щелочного метасоматоза, М., Изд. АН СССР, 1963. <sup>10</sup> Н. А. Елисеев и др. В кн.: Петрология и структурный анализ кристаллических образований, «Наука», 1971. <sup>11</sup> Д. С. Коржинский, Изв. АН СССР, сер. геол., № 3 (1963). <sup>12</sup> Ю. И. Лазарев, В сборн. Минералогия и геохимия докембра Карелии, «Наука», 1971. <sup>13</sup> Н. Г. Судовиков и др., Геологическое развитие глубинных зон подвижных поясов, «Наука», 1970. <sup>14</sup> Н. И. Тихомирова, Геохимия, № 2 (1971). <sup>15</sup> Л. С. Бородин и др., Тез. Международн. геохимич. конгресса, М., 1971.