

ГЕОХИМИЯ

С. А. БОРОВИК, Н. М. ПРОКОПЕНКО и Т. Л. ПОКРОВСКАЯ

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНДИЯ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

(Представлено академиком В. И. Вернадским 19 X 1939)

Вопрос о распространении индия в горных породах до последнего времени оставался плохо изученным. В литературе приведено весьма ограниченное количество данных о содержании индия в горных породах. Так, В. Гартлей⁽²⁾ в 1901 г. отметил присутствие следов индия в вулканической пемзе, образовавшейся в 1883 г. при извержении вулкана Кракатоа. В 1909—1910 гг. В. И. Вернадский⁽¹⁾, изучая распространение индия в различных минералах, установил наличие этого элемента в вулканической брекчии из Рандской маары.

В последнее время в связи с постановкой в Институте геологических наук Академии Наук СССР работы по геохимии индия были получены новые данные, расширяющие наши прежние представления о распространении индия в различных типах горных пород.

Спектроскопический метод обладает недостаточной чувствительностью, необходимой для геохимических целей (чувствительность метода в отношении индия около 0.001%). В связи с этим было поставлено химическое обогащение горных пород, т. е. выделение из них концентратов (сероводородных осадков), обогащенных индием, с последующим определением в них содержания индия спектроскопическим методом.

Навески породы брались от 10 до 100 г. Выделение концентратов из больших навесок (100 г) требовало значительной затраты времени, но зато давало более надежные результаты.

Навеска тонкоизмельченной породы обрабатывалась в платиновой чашке плавиковой и серной кислотами до появления паров серной кислоты, раствор разбавлялся водой и фильтровался. Фильтрат нейтрализовался аммиаком с таким расчетом, чтобы кислотность раствора равнялась около 0.05 N. Раствор нагревался до 70°, и в течение 3 часов пропускался сероводород. Затем колба закрывалась пробкой и оставлялась на ночь. На следующий день осадок отфильтровывался, промывался и взвешивался. Для большей уверенности в полноте осаждения индия к фильтрату добавлялось несколько капель аммиака до слабокислой реакции и еще раз пропускался сероводород.

Содержание индия в химически обогащенных концентратах определялось затем спектроскопическим методом.

Рассмотрение полученных результатов (табл. 1) приводит нас к следующим выводам. Индий распространен в горных породах в количествах, близких к рассеянию (весовой кларк индия в земной коре равен $1 \cdot 10^{-5}$ %).

Таблица 1

Содержание индия в различных типах горных пород по данным спектроскопического анализа (с предварительным химическим обогащением образцов)

| № пробы | Название породы, место взятия образца | Исходная навеска в г | Содержание индия в породе в % | Примечание |
|---------|---|----------------------|-------------------------------|-------------|
| 1 | Сборная проба 12 гранитов из разных районов Союза ССР | 100 | $5 \cdot 10^{-6}$ | Ge, Ga есть |
| 2 | Гранит биотит - роговообманковый (неоинтрузия третичного возраста), р. Восточная Гумиста, в 35 км к северу от г. Сухуми, Кавказ | 100 | — | Ge есть |
| 3 | Гранит (варисский). Атуургольская интрузия, Алтай | 10 | Нет | — |
| 4 | Гранит биотитовый, р. Большая Аксу, у Алтын-арасана, Киргизия | 25 | » | Ge есть |
| 5 | Гранит аляскитовый (варисский). Купрели-сай, район Ак-тюса, Киргизия | 20 | » | » » |
| 6 | Аплитовидная порода из дайки. Купрели-сай, район Ак-тюса | 10 | » | » » |
| 7 | Гранодиорит (предположительно каледонский). Ак-тюс, верховья р. Чолок-сай | 10 | » | » » |
| 8 | Гранодиорит (послеюрская интрузия), р. Сонгути-дон, бассейн р. Урух, Кавказ | 10 | » | » » |
| 9 | Диорит. Ак-тюс, между Куте-саем и Кале-саем | 10 | » | » » |
| 10 | Монцит (послесреднеэоценовая интрузия). Сел. Чолати, Мерисский район, Аджаристан, Кавказ | 10 | — | — |
| 11 | Сборная проба 8 габбро из разных районов СССР | 100 | Нет | Ge, Ga нет |
| 12 | Дунит. Массив Большой Башарт, Урал | 10 | Мешает Fe и Cr | Ge нет |
| 13 | Нефелиновый сиенит (хибинит). Хибини, Айкуайвенчорр | 10 | $9 \cdot 10^{-6}$ | — |
| 14 | Дацит с тридимитом. Кельское плато, Кавказ | 10 | Нет | — |
| 15 | Сборная проба 16 глин из разных районов СССР | 100 | м. $30 \cdot 10^{-5}$ | — |
| 16 | То же, сырая проба без химического обогащения | — | Нет | Ge 0.005% |

Содержание индия в сборной пробе № 1 гранитов из разных районов Союза равно $5 \cdot 10^{-6}$ %, т. е. несколько меньше кларка индия. В третичном граните из района Сухуми (Кавказ) (проба № 2) содержание индия более повышенное. В образцах других гранитов из Алтая и Киргизии (пробы № 3—6), а также в двух образцах гранодиоритов из Киргизии и Кавказа (пробы № 7 и 8) индий не установлен. Интересно отсутствие индия в гранитах из района месторождения Ак-тюс (Северная Киргизия) (возможно, что навески в 10—20 г являются недостаточными).

Несколько более повышено по сравнению с кларком содержание индия в молодом, послесреднеэоценовом монцитите из района сел. Чолати (Кавказ) (проба № 10). Индий присутствует также в нефелиновом сиените из Хибинских тундр ($9 \cdot 10^{-6}$ %), т. е. в количестве, близком к кларку.

Характеристика сборных проб

№ 1. Сборная проба 12 гранитов из разных районов СССР: 1) Урал (район горы Неройки на Полярном Урале; Средний Урал), 2) Кавказ (р. Сонгути-дон), 3) Киргизия (Ак-тюз, Кокомерен, Сусамыр), 4) Забайкалье (г. Мотогср, Богщевочный кряж, район Сретенска), 5) Украинская ССР (Каменец-Подольский район).

№ 11. Сборная проба 8 габбро из разных районов СССР: 1) Урал (Хабарнинский массив, 4 образца), 2) Кавказ (Халацхали—послеэоценовое, Двирулы—палеозойское), 3) Центральный Казахстан, 4) Забайкалье (р. Урюмкан).

№ 15. Сборная проба 16 глин из разных районов СССР: 1) Кавказ (сел. Шроша, Грузия—нижнеюрская, Гумбра—сукновальная глина), 2) Урал, 3) Казахстан (северо-восточное Аралье, Муюнкум, Тургайский пролив, Сары-су, Джиланчик, северо-восточное Прибалхашье; глины олигоценные, эоценовые и меловые), 4) р. Волхов у Волховстроя (нижний силур), 5) западный Кимперсай, район Халилово, 5) Кудиново, Московская область.

В основных изверженных породах—габбро и дуните—индий не установлено, и, повидимому, для них он вообще не является типичным, хотя иногда и присутствует в незначительных количествах в сульфидах, связанных с основными породами; так, например, следы индия установлены в широтине из Норильска.

В сборной пробе 16 глин из различных районов СССР индий присутствует, Кроме того, индий установлен в красной глине из красноцветной ханхайской свиты мелового или третичного возраста из района угольного месторождения Согуты (северная Киргизия), причем содержание индия было определено без химического обогащения пробы (табл. 2).

Таблица 2

Содержание индия в глинах по данным спектроскопического анализа (без предварительного химического обогащения образцов)

| № п/п | Название породы, место взятия образца | In, % | Ge, % | Ga, % |
|-------|--|-------|-------|--------|
| 1 | Красная нерудная глина. Ачи-сай, 2-й горизонт. Казахстан | Нет | Нет | — |
| 2 | Коричнево-бурая глина. Бадам-бай, хр. Каратау, Казахстан | » | » | — |
| 3 | Глина красная, Аврора, Казахстан | » | » | 0.001 |
| 4 | Глина (2 анализа). Коскайгыр Ак-джол, Казахстан | » | » | 0.005 |
| 5 | Каолин. Коскайгыр Ак-джол | » | » | Нет |
| 6 | Глина красная из красноцветной свиты (мел—третичная). Согуты, южный берег оз. Иссык-куль, Киргизия | — | » | — |
| 7 | Волконскоит. Гора Ефинянска, Урал | Нет | » | 0.0005 |
| 8 | Краснозем с чайных плантаций. Окрестности Батуми, Кавказ | » | » | — |
| 9 | Огнеупорная глина (нижняя юра). Сел. Шроша, Грузинская ССР | » | » | — |
| 10 | Сукновальная глина. Гумбра, вблизи г. Кутаиса, Кавказ | » | » | — |
| 11 | Кил. Крым | » | » | — |

В других образцах глин из разных районов СССР индий спектроскопически не установлен. Индий отсутствует также в 20 образцах различных илов со дна Баренцова моря, Ледовитого океана, Северного полюса, а также Гренландского, Черного, Каспийского и Азовского морей (образцы получены от М. В. Кленовой).

Подводя итог полученным данным, мы должны отметить, что индий распространен в горных породах в количествах, близких к рассеянию.

Из изверженных пород индий установлен в гранитах, монцонитах и нефелиновых сиенитах, т. е. в породах кислых, средних и щелочных, в количествах, иногда меньших, иногда больших по сравнению с кларком. Повидимому, в ряде пород рассеяние индия достаточно значительно.

В основных породах—габбро и дуните—индий не установлен и является, повидимому, для них вообще не типичным, в частности, не встречается и в коре выветривания, образовавшейся при разрушении основных пород (западный Кемпирсай, Халиловский район).

Полученные в процессе работы данные не дают основания утверждать, что индий широко распространен в глинах в повышенных количествах. Только в отдельных образцах содержание индия поднимается до 0.001%. Концентрация индия в глинах может зависеть от минералогического состава глин, а также, в некоторых случаях, от явлений сорбции.

Приведенные выше данные намечают основные закономерности в распространении индия в горных породах. Бросается в глаза приуроченность содержания индия к кислым, средним и отчасти к щелочным породам, а также рассеянный характер распространения индия в горных породах.

Институт геологических наук
Академия Наук СССР

Поступило
22 X 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. И. Вернадский, Изв. Акад. Наук, III, стр. 1129—1148 (1910).
² W. N. Hartley, Proceedings of the Roy. Soc., 68, № 442, p. 99 (1901).