

Е. И. ДОНЦОВА

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ МИНЕРАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ИЗОТОПНОГО МЕТОДА

*(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 8 II 1950)*

При определении изотопного состава кислорода воздуха (<sup>1</sup>) и карбонатов (<sup>2</sup>) было обнаружено увеличение содержания O<sup>18</sup> в кислороде воздуха на 7 γ и в кислороде осадочных карбонатов в среднем на 7,5 γ по сравнению с его содержанием в кислороде речной воды, обычно принимаемой за стандарт. Найденные различия заставили нас предположить, что кислород минералов-окисей в зависимости от их происхождения, субаэрального, субаквального или контактового, будет различаться по своему изотопному составу. Обнаружение таких различий может открыть возможности для создания объективного метода определения генезиса природных окислов металлов. Наши прежние работы (<sup>3</sup>, <sup>4</sup>) показали наличие такого рода изменений и побудили нас предпринять систематическое исследование изотопного состава кислорода определенных групп минералов-окисей, условия образования которых сравнительно хорошо выяснены геологами.

С этой целью исследовался изотопный состав кислорода двух групп природных окислов железа — осадочного и контактового происхождения.

В качестве представителей первой группы были взяты бурые железняки, образовавшиеся при определенных физико-химических и механических условиях отложения из водной среды, и гидрогетиты инфильтрационных месторождений, образовавшиеся на базе рыхлых и пористых поверхностных отложений в зоне грунтовых и почвенных вод. Пробы бурых железняков и гидрогетитов были измельчены и их кристаллизационная вода отделялась нагреванием в вакууме в запаянных сосудах, во избежание контакта при этом процессе пробы с кислородом воздуха и замещения, хотя бы частичного, кислорода минерала кислородом воздуха. Освобожденная таким образом от кристаллизационной воды проба минерала остывала в вакууме, затем сосуд разбивался, проба извлекалась, растиралась еще раз в агатовой ступке и загружалась в фарфоровую трубку для восстановления ее в токе водорода из аппарата с  $Zn + HCl$  при температуре 800—1000°. Восстановление проходило практически на 100%. Полученная вода, содержащая кислород минерала, улавливалась в ловушках, охлаждаемых жидким воздухом, тщательно очищалась, и плотность ее по отношению к плотности речной воды промерялась денсиметрическим методом, т. е. путем определения температуры флотационного равновесия погруженного кварцевого поплавка, с точностью  $\pm 0,4$  γ. Стандартная (речная) вода предварительно разлагалась электролизом и кислород ее также сжигался с тем же водородом. Таким образом влияние водорода элиминировалось, и полученная разница плотностей испытуемой воды и стандартной зависела исключительно от присутствия тяжелого кислорода.

В табл. 1 представлены результаты этих определений, которые показывают, что в пределах точности эксперимента кислород, входящий в состав Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> указанных бурых железняков и гидрогетитов, по изотоп-

ному составу не отличается от кислорода речной воды. Результаты исследования изотопного состава

Таблица 1

Образец	Плотность полученной воды по кислороду в $\gamma$
Гидрогетит, Средн. Урал, Полевский район . . . . .	0
Гидрогетит, Алапаевское м-ние . . . . .	-0,5
Бурый железняк, Средн. Урал, Сысертский р-н, Средн. рудник . . . . .	0
" " Сысертский р-н, Глубоченский рудник, обр. № 3 . . . . .	+0,8
" " То же, обр. № 5 . . . . .	0

кислорода природных окислов железа осадочного происхождения подсказывают нам мысль о том, что в процессе образования этих минералов не происходит захоронения масс воздушного кислорода, так как повышенное на 7  $\gamma$  содержание  $O^{18}$  в кислороде воздуха отразилось бы на изотопном составе кислорода гидрогетитов и бурых железняков в сторону его утяжеления по сравнению с кислородом речной воды.

Этот вывод тем более правдоподобен, что в одной из прежних работ (5) нами было показано с помощью индикации  $O^{18}$ , что кислород конечного продукта (оксида) при процессе ржавления железа в избытке воды при доступе кислорода воздуха происходит из воды.

С другой стороны, определялся изотопный состав кислорода магнетитов, образовавшихся в контакте с известняками. В табл. 2 приведены данные для магнетитов.

Таблица 2

Месторождение	Плотность полученной воды по кислороду в $\gamma$
Урал, гора Благодать . . . . .	+5,5*
Приморский край, Белая гора . . . . .	+4,3
Урал, Магнитогорск . . . . .	+5,1
Азерб. ССР, Дашкесан . . . . .	+4,3
Сев. Урал, Баяновское м-ние . . . . .	+5,1
Ауэрбах . . . . .	+5,7
Покровское . . . . .	+4,9
1-й Сев. рудник . . . . .	+4,9
2-й Сев. рудник . . . . .	+4,0
3-й Сев. рудник . . . . .	+6,5
Средн. . . . .	+5,0

Результаты исследования изотопного состава кислорода магнетитов, образовавшихся, как это установлено геологами, при контактном преобразовании известняка, показывают увеличение содержания  $O^{18}$  в нем, по сравнению с кислородом речной воды и кислородом природных окислов железа осадочного происхождения, в среднем на 5  $\gamma$ . В связи с этим можно высказать догадку, что в контактном процессе, при наличии известняка, определенного давления углекислоты и прочих условий контактного процесса, при образовании магнетита большую роль играет кислород углекислоты известняка, изотопный состав которого, по сравнению с кислородом речной воды, определяется в среднем величиной +7,5  $\gamma$ . Вследствие этого кислород образующегося магнетита обогащается тяжелым изотопом  $O^{18}$ .

\* Среднее из 5 независимых определений.

Проведенные нами исследования показывают, что кислород природных окислов железа осадочного и контактового происхождения заметно различается по своему изотопному составу, дают возможность сделать выводы относительно условий их образования и позволяют сказать, что изотопный метод может быть применен в геохимии для выяснения некоторых условий образования минералов.

Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского Академии наук СССР

Поступило 20 II 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> А. П. Виноградов и Р. В. Тейс, ДАН, 33, № 9 (1941). <sup>2</sup> Р. В. Тейс, ДАН, 71, № 2 (1950). <sup>3</sup> А. П. Виноградов и Е. И. Донцова, ДАН, 56, № 4 (1947). <sup>4</sup> А. П. Виноградов и Е. И. Донцова, ДАН, 58, № 1 (1947) <sup>5</sup> Е. И. Донцова, ДАН, 63, № 3 (1948).