

ГЕОХИМИЯ

Э. К. ГЕРЛИНГ и Т. Г. ПАВЛОВА

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА ДВУХ КАМЕННЫХ
МЕТЕОРИТОВ ПО АРГОНОВОМУ МЕТОДУ**

(Представлено академиком В. Г. Фесенковым 27 XII 1950)

Первые определения возраста железных метеоритов были получены Панетом и его сотрудниками ⁽¹⁾. Эти исследователи вычислили возраст по скопившемуся в метеоритах гелию и содержанию урана и тория. Оказалось, что значения возрастов железных метеоритов распределены в интервале от нескольких сотен миллионов до 8 миллиардов лет. Некоторые из этих значений превышают более чем в два раза геологический возраст Земли, который довольно надежно определен, по изменению изотопного состава рудного свинца, в 3—3,5 миллиарда лет ⁽²⁾. Из этих данных можно было притти к выводу, что многие из метеоритов вошли в солнечную систему из-за ее пределов.

Однако в последнее время цифры, полученные Панетом, вызвали некоторые сомнения. Дело заключается в том, что в метеоритах, повидимому, только часть гелия радиоактивного происхождения. Другая же часть заключающаяся в метеоритах гелия образовалась в результате ядерных реакций, вызванных воздействием космических лучей. Это обстоятельство было впервые отмечено Баузером ⁽³⁾ в 1947 г. Таким образом, определения Панета следует применять с большой осторожностью, считаясь с тем, что они, возможно, сильно завышены.

Для определения абсолютного геологического возраста каменных метеоритов можно было применить аргоновый метод определения, основанный на *K*-распаде K_{40} . Этот метод имеет ряд преимуществ перед гелиевым. Во-первых, вероятность образования аргона в результате ядерных реакций, вызванных воздействием космических лучей, очень мала по сравнению с образованием гелия. Во-вторых, потеря аргона метеоритами должна быть гораздо меньше, чем гелия. Это следует из того, что атомный радиус аргона более чем в 1,5 раза больше радиуса гелия, а поэтому его перемещение по межкристаллическому пространству минералов должно быть сильно затруднено. Таким образом, при помощи аргонового метода можно было надеяться получить надежные и точные данные о возрасте каменных метеоритов.

На исследование было взято два метеорита. Жовтневый хутор падения 1938 г. и Саратов падения 1918 г. Оба они относятся к классу каменных метеоритов, типа хондритов. На исследование были взяты внутренние части метеоритов, не содержащие кору плавления.

Определение аргона производилось на установке конструкции В. Г. Хлопина и Э. К. Герлинга ⁽⁴⁾. Метод выделения аргона основан на длительном нагревании метеорита в кварцевой трубе в вакууме при температуре 1250°, которая близка к температуре плавления исследуемого объекта. Нагрев метеорита продолжался до полного прекращения выделения аргона, на что уходило от 8 до 20 час. Здесь необходимо указать, что для удаления сорбированного метеоритом атмосферного аргона навеска образца в 400—600 г предварительно прогревалась в течение 3 час. при 200° при откачке выделяющихся газов системой вакуумных насосов, и только после этого температура

поднималась до 1250° . Калий определялся по хлорплатинатному методу из отдельной 2-граммовой навески. Результаты этих определений и вычисленные значения возраста приведены в табл. 1.

Таблица 1

Метеорит	Содержание К, г/г	Содержание Аг, см ³ /г	$\frac{m \text{ Ar}}{m \text{ K}_{40}}$	Возраст в годах
Жовтневый хутор	0,0018	$5,72 \cdot 10^{-5}$	0,474	$3,03 \cdot 10^9$
Саратов	0,0017	$5,33 \cdot 10^{-5}$	0,468	$3,00 \cdot 10^9$

Вычисление возраста производилось по формуле

$$\frac{m \text{ Ar}}{m \text{ K}_{40}} = \frac{\lambda_k}{\lambda_k + \lambda_\beta} (e^{(\lambda_\beta + \lambda_k)t} - 1),$$

где $m \text{ Ar}$ и $m \text{ K}_{40}$ — соответственно, количество Аг и K_{40} в г на 1 г метеорита. Количество K_{40} вычислялось (5) из соотношения $\text{K}_{40}/\text{K} = 0,012 \cdot 10^{-2}$; $\lambda_\beta = 4,9 \cdot 10^{-10}$ год⁻¹ — среднее значение из шести самых надежных данных, полученных в последние годы (обработка литературных данных и выводы среднего значения для λ_β выполнены С. И. Данилевичем); $\lambda_k = 6,1 \cdot 10^{-11}$ год⁻¹ — значение константы K -распада K_{40} , полученное в 1949 г. Э. К. Герлингом, Н. Е. Титовым и Г. М. Ермолиным (8). Оно мало отличается от значения $6,7 \cdot 10^{-11}$ год⁻¹, полученного недавно Саугером и Виденбеком (7), и почти в точности соответствует константе распада $6,0 \cdot 10^{-11}$ год⁻¹, вычисленной по γ -активности калиевых солей (8). Это говорит о том, что все акты K -распада K_{40} сопровождаются излучением γ -квантов. t — время в годах.

Как видно из данных табл. 1, возраст исследованных метеоритов равен $3 \cdot 10^9$ лет. Эта цифра в пределах точности измерения соответствует принятому значению 3—3,5 миллиарда лет для геологического возраста Земли. В дальнейшем будет изучен изотопический состав аргона, выделенного из метеоритов, и введена поправка на содержание нерадиогенного аргона. Однако учитывая, что метеориты лишены атмосферы, а распространенность изотопов Ar_{38} и Ar_{36} очень мала, эта поправка не должна иметь существенного значения. Таким образом, нужно считать, что найденный возраст метеоритов — $3 \cdot 10^9$ лет — близок к истинному.

В дальнейшем мы предполагаем охватить этим методом определения возраста большое число каменных метеоритов, включая и редко встречающиеся ахондриты.

В заключение мы считаем нужным выразить благодарность акад. В. Г. Фесенкову и Е. Л. Кринову за предоставление образцов метеоритов.

Поступило
27 XII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 W. A. Agrol, R. B. Jacob and F. A. Paneth, *Nature*, **149**, 235 (1942).
- 2 Э. К. Герлинг, *ДАН*, **34**, № 9 (1942); A. Holmes, *Nature*, **157**, 3995 (1946).
- 3 G. A. Bauer, *Phys. Rev.*, No. 4 (1947).
- 4 В. Г. Хлопин и Э. К. Герлинг, *Сборн. Природные газы*, в. 4—5, 1932.
- 5 A. Nier, *Phys. Rev.*, No. 6 (1950).
- 6 Э. К. Герлинг, Н. Е. Титов и Г. М. Ермолин, *ДАН*, **68**, № 3 (1949).
- 7 G. A. Sawyer and M. I. Wiedenbeck, *Phys. Rev.*, **79**, 490 (1950).
- 8 W. R. Faust, *ibid.*, **78**, 624 (1950); G. A. Sawyer and M. L. Wiedenbeck, *ibid.*, **76**, 1535 (1947); E. Gleditsch and T. Graf, *ibid.*, **72**, 640 (1947); L. H. Ahrens and R. D. Evans, *ibid.*, **74**, 279 (1948); F. W. Spiers, *Nature*, **165**, 356 (1950).