

УДК 550.3+539.122

МИНЕРАЛОГИЯ

Член-корреспондент АН СССР Х. И. АМИРХАНОВ, Л. К. АНОХИНА

ВЕКОВЫЕ ВАРИАЦИИ ЯДЕРНЫХ УРОВНЕЙ ^{57}Fe В МИНЕРАЛАХ¹

Проблема воссоздания прошедших событий в хронологическом порядке постоянно привлекает внимание ученых. Внутренняя согласованность геологических событий находит отражение в геохронологической шкале. В качестве основных рубежей в геохронологической шкале между крупными стратиграфическими подразделениями служат тектоно-магмато-метаморфические этапы, активные процессы в которых происходили в отдельные периоды длительностью около 200 млн лет и были разделены интервалами покоя в 350–500 млн лет, причем ход процессов для всех материков был практически синхронным (¹). На протяжении геологической истории Земли обнаружена цикличность интенсивного сброса газов и тепла из недр в атмосферу. Расчеты теплофизиков показывают, что Земля за $4,5 \cdot 10^9$ лет своей жизни пережила от 16 до 20 таких циклов, связанных с магмато-метаморфическими этапами. Каждый геологический интервал покоя в истории Земли сопровождается накоплением упругой деформации в горных породах и изменением градиента электрического поля q . Тектоно-магмато-метаморфические этапы, происходившие периодически, снимают напряжения, накопленные за этот период, и порода возвращается в исходное состояние (²⁻⁴). Магнитные и электрические поля в земных породах испытывают вековые вариации и объясняют цикличность изменений квадрупольного расщепления ядерных уровней железа за время жизни минерала (⁵). При детальном исследовании корреляции величины квадрупольного расщепления от возраста минерала удалось установить взаимосвязь этих вариаций с детальной шкалой абсолютной геохронологии. Обнаружилось, что каждая эпоха геохронологической шкалы является своеобразным циклом, в котором происходит незначительное изменение квадрупольного расщепления ядерных уровней железа. Величина квадрупольного расщепления ядерных уровней железа является своеобразным «отпечатком» древнего поля в «памяти» минерала. По этой величине мы имеем возможность восстановить геологическую историю электрических и магнитных полей Земли.

Для исследования мёссбауэровских спектров железа были отобраны образцы минералов в широком временном диапазоне, начиная с докембрия и кончая плиоценом, датированные относительным и абсолютным К-А-возрастом. Цикличность изменений квадрупольного расщепления железа в геохронологическом масштабе можно представить графически (рис. 1). Начало каждой геологической эпохи совпадает с максимальной величиной квадрупольного расщепления, которая, постепенно убывая, переходит в минимум на рубеже новой эпохи. Граница каждой эпохи отмечается перепадом величины квадрупольного расщепления ядерных уровней железа.

Если через Δ_1 обозначить максимальную величину квадрупольного, через Δ_2 — минимальную, то разность:

$$\Delta_1 - \Delta_2 = h \text{ мм/сек.} \quad (1)$$

По величине перепада h можно судить о термодинамических режимах (⁶) и градиентах электрических полей в истории Земли.

Для вычисления квадрупольного расщепления ядер со спином $I=3/2$, у которых уровень расщепляется только на два подуровня, пользуются выражением:

$$\Delta E_Q = 1/2 e^2 q Q (1 + \eta^2/3)^{1/2}. \quad (2)$$

Однако определение величины градиента поля q даже в простейших кристаллических структурах можно выполнить только приближенно (если учитывать не только поля точечных ионов, но и дающие существенный вклад поля электронных оболочек, особенно эффект «антиэкранирования» градиентов полей электронной оболочкой рассматриваемого иона). Поэтому была предпринята попытка полуэмпирической классификации эксперимен-

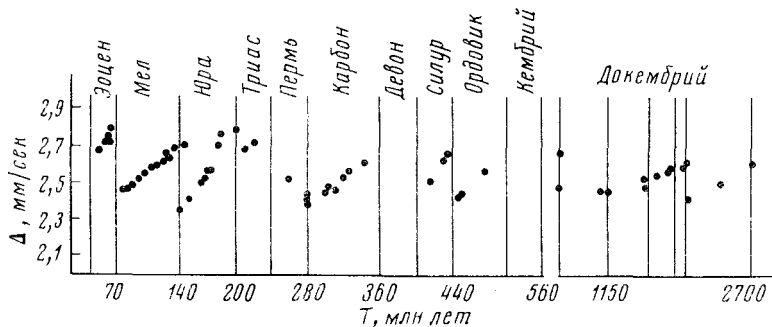


Рис. 1. Циклические изменения квадрупольного расщепления железа в геохронологическом масштабе

тальных данных по величине квадрупольного расщепления в соединениях железа (7).

Таким образом, исследование корреляции между мёссбауэровским параметром Δ и возрастом минерала T позволило проследить те невидимые процессы, которые происходят на ядре железа за время жизни минерала и могут воссоздать геофизические и биологические события в хронологическом порядке.

Институт физики
Дагестанского филиала Академии наук СССР
Махачкала

Поступило
3 VI 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. П. Виноградов, А. И. Тугаринов, Тр. XV сессии Комисс. по опред. абсолютн. возраста геол. формаций, М., 1970.
- ² А. Н. Тихонов, Е. А. Любимова, В. К. Власов, ДАН, т. 188, № 2 (1969).
- ³ Ф. Стейси, Физика Земли, М., 1972.
- ⁴ М. И. Корнфельд, ФТТ, т. 15, в. 10 (1973).
- ⁵ Х. И. Амирханов, Л. К. Анохина, ДАН, т. 218, № 4 (1974).
- ⁶ Х. И. Амирханов, Л. К. Анохина, С. С. Сардаров, Тез. совещ. Геохимические и аналитические методы изучения вещественного состава осадочных пород и руд, М., 1974.
- ⁷ М. А. Кривоглаз, Физика твердого тела, М., 1965.