

Н. А. ОЗЕРОВА, Н. Х. АЙДИНЬЯН, Л. Г. КВАША, Н. Д. ШКИНА

О РТУТИ В МЕТЕОРИТАХ

(Представлено академиком В. Г. Фесенковым 27 III 1970)

Данные о распределении элементов в космических телах широко используются для выяснения состава глубоких частей нашей планеты.

На Солнце ртуть не наблюдалась, характерные для нее спектральные линии находятся в недоступной ультрафиолетовой области, указание

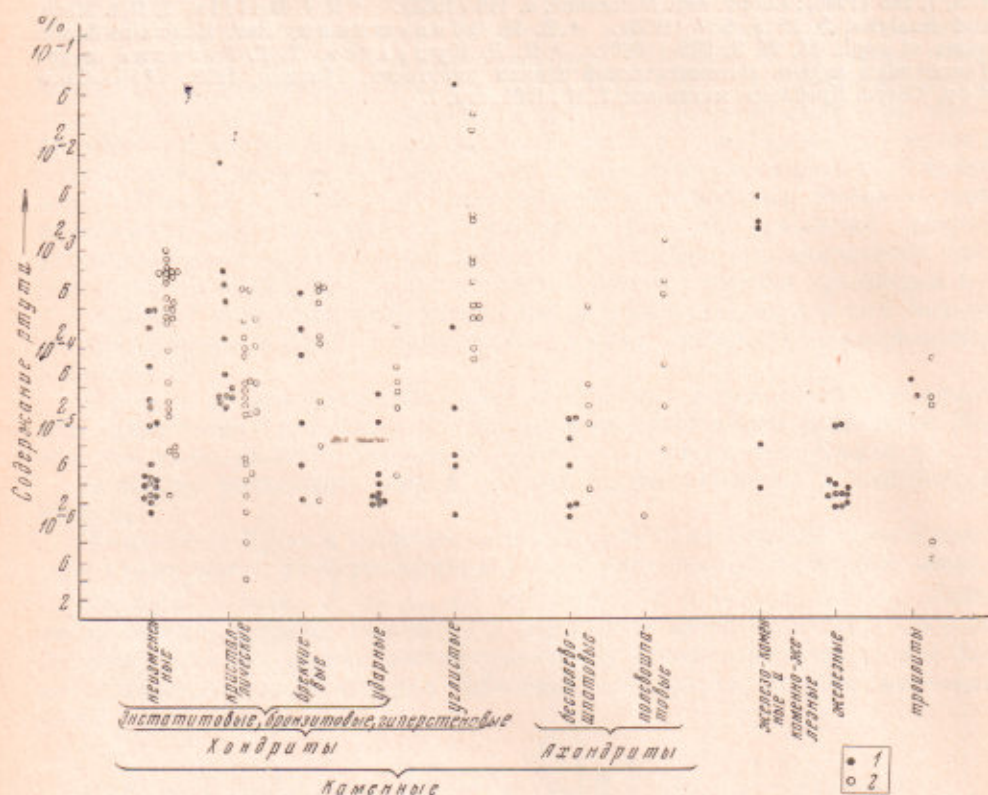


Рис. 1. Диаграмма содержаний ртути в метеоритах. 1 — наши анализы, 2 — литературные данные

W. J. Claas на ее присутствие ошибочно (1). Исследование лунных образцов сбора Аполлона-11 показало, что содержание ртути находится в пределах от $6 \cdot 10^{-3}$ до $1,3 \cdot 10^{-6} \%$ (2).

О содержании ртути в метеоритах известно по данным В. Д. Эманна и Г. В. Рида с соавторами (3-6), по некоторым другим — отдельные определения (7, 8); несколько данных было опубликовано нами (9).

В отличие от других исследователей, кроме И. и В. Ноддаков, мы анализировали ртуть не активационными методами анализа, а химическим методом (10). Это позволило установить содержание ртути также в желез-

ных и в железо-каменных метеоритах, что было невозможно при активационном анализе. Ртуть обычно определялась из 1 г, при этом чувствительность составляла $1 \cdot 10^{-6} \%$.

Определение содержания ртути проведено на материале метеоритной коллекции Комитета по метеоритам Академии наук СССР. Были проанализированы образцы из 50 метеоритов. Ртуть определялась в основном в валовых пробах, представляющих среднюю пробу данного метеорита. Кроме того, в некоторых случаях анализировались отдельные фракции — магнитная и немагнитная, хондры, промежуточная масса и мономинеральные пробы. Всего выполнено около 100 определений, что составляет приблизительно половину всех известных значений для этого элемента.

Результаты наших исследований и литературные данные представлены в виде диаграммы (рис. 1) и гистограмм (рис. 2—4). Эти данные позволили наметить следующие особенности в распределении ртути в метеоритах.

Отчетливо наблюдаются, в общем, заметно более высокие содержания ртути в метеоритах по сравнению с содержанием ее в магматических породах земной коры; около 60% исследованных метеоритов содержат значительно больше $1 \cdot 10^{-5} \%$ ртути (рис. 2), а кларк по А. А. Саукову (¹¹) составляет $7,7 \cdot 10^{-8} \%$. Вместе с тем следует отметить достаточно широкий разброс величин внутри отдельных классов, групп и подгрупп метеоритов (см. рис. 1). Большие колебания в содержании ртути установлены даже для одного и того же образца.

Намечается некоторая зависимость содержания ртути от состава метеоритов; наблюдается тенденция увеличения содержания ртути с уменьшением металлического железа (рис. 3). Железные метеориты характеризуются наиболее низкими содержаниями ртути (до $1 \cdot 10^{-5} \%$); в них даже троилит, наиболее благоприятный для концентрации ртути вследствие ее халькофильности, содержит лишь $(1,5-7) \cdot 10^{-5} \%$ ртути. Для каменно-железных, железо-каменных и каменных метеоритов, расположенных по уменьшению в них содержания никелистого железа, характерно увеличение числа проб с содержанием ртути, превышающим содержание ее в магматических горных породах (более $1 \cdot 10^{-5} \%$). Так, при содержании металлического железа от 70 до 8%, независимо от класса и типа метеоритов, число проб с содержанием ртути более

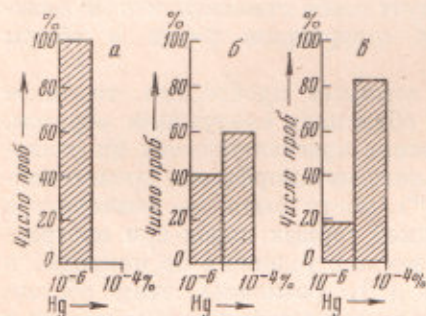


Рис. 3. Гистограмма содержаний ртути в метеоритах в зависимости от содержания в них металлического железа (а — 100% железа, б — 70—8%, в — ниже 7%)

$1 \cdot 10^{-5} \%$ составляет около 60%, а при более низком содержании железа, оно повышается до 80—90%. При этом необходимо отметить повышенное содержание ртути в каменно-железном метеорите Палласово Железо (содержание ртути $1,2 \div 3,6 \cdot 10^{-4} \%$, никелистого железа — около 48%). Углистые хондры первого типа выделяются наибольшими содержаниями ртути — до 0,05%.

Следует отметить, что указания на более высокие содержания ртути в бронзито-оливиновых метеоритах — группа Н по сравнению с гиперстеново-оливиновыми — группа L (¹²) не подтверждаются.

Среди ахондритов наблюдается увеличение содержаний ртути в группе полевошпатовых по сравнению с бесполевошпатовыми, что отмечалось

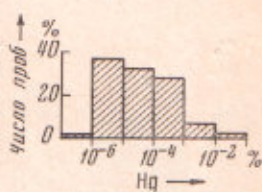


Рис. 2. Гистограмма содержаний ртути в метеоритах всех классов

и ранее (4). В полевошпатовых хондритах значения содержаний ртути располагаются относительно равномерно по порядкам содержаний $n \cdot 10^{-6}$, $n \cdot 10^{-5}$ и $n \cdot 10^{-4}$ ‰ с некоторым преобладанием содержаний в $n \cdot 10^{-4}$ ‰, а в бесполевошпатовых отчетливо преобладают содержания в $n \cdot 10^{-6}$ — $n \cdot 10^{-5}$ ‰ при максимуме значений в $n \cdot 10^{-6}$ ‰. Однако данных для однозначного заключения о таком различии недостаточно, число анализов соответственно равно 7 и 12.

Зависимость содержаний ртути от структуры метеоритов и характера ее изменения отчетливо наблюдается в ряду хондритов, разделенных по

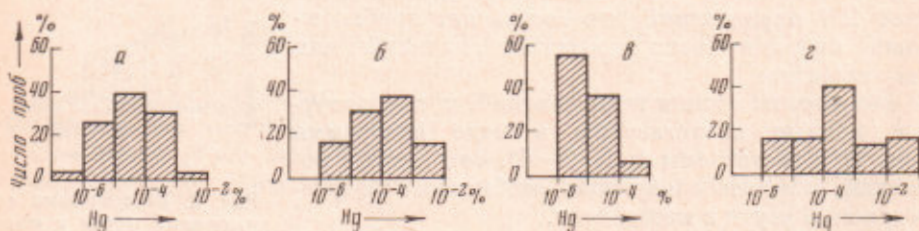


Рис. 4. Гистограмма содержаний ртути в хондритах в зависимости от их структуры и характера изменения (а — неизмененные и кристаллические, б — брекчиевые, в — ударные с признаками шокового метаморфизма, г — углистые)

этому признаку на неизмененные и кристаллические, брекчиевые и «ударные», т. е. с признаками шокового (ударного) метаморфизма. Хондриты с брекчиевой структурой (полмиктовая брекчия), в общем, характеризуются повышенными содержаниями ртути по сравнению с неизмененными и кристаллическими, а «ударные» — пониженными содержаниями этого элемента (рис. 4). Так, для неизмененных и кристаллических хондритов максимальное число проб имеет содержание $n \cdot 10^{-5}$ ‰, для брекчиевых $n \cdot 10^{-4}$ ‰, а для «ударных» $n \cdot 10^{-6}$ ‰. Следует особо отметить, что в неизмененных и кристаллических хондритах содержания ртути в общем близки.

Если провести некоторые аналогии с земными процессами, то такое распределение ртути можно попытаться объяснить следующим образом. Перекристаллизация хондритов и образование кристаллических их разновидностей вследствие своего рода термального метаморфизма, происходившие при температуре от 400 до 950° (12, 13), могут быть по температуре нагрева сопоставлены с перекристаллизацией горных пород при прогрессивном метаморфизме, а этот процесс в земных условиях не приводит к существенному перераспределению ртути (14). Возможно, этим обстоятельством можно объяснить близость содержаний ртути в неизмененных и кристаллических хондритах.

В ударных хондритах пониженные содержания ртути могут быть объяснены потерями ее при нагреве, вызванном действием ударных волн. Низкое содержание ртути в этих метеоритах согласуется с малым их возрастом, определенным по газодержанию; потеря в них инертных газов обусловлена той же причиной (15, 16).

Наиболее высокие содержания ртути в углистых хондритах, достигающие значений 0,01—0,05‰, допустимо объяснить процессами, аналогичными пневматолитовым и гидротермальным, поскольку подобные изменения отмечаются в этом типе метеоритов, начиная с исследований А. Н. Заварицкого (17) и Л. Г. Кваша (18).

Подытоживая существующие данные о распределении ртути в метеоритах, можно отметить, что значительно более высокие содержания ртути в метеоритах, чем в магматических породах земной коры, не имеют убедительного объяснения. Возможно, они являются следствием ядерных реакций в телах метеоритов, происходящих под влиянием космического облучения, — тогда становится понятной чрезвычайная неравномерность

распределения в них ртути, и в этом случае эти данные не могут быть использованы для суждения о распространении ртути в глубоких геосферах. Но возможно, что кларк ртути для Земли в целом будет более высоким, чем для земной коры. Но этот вопрос пока остается открытым.

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Академии наук СССР

Поступило
24 III 1970

Комитет по метеоритам Академии наук СССР
Москва

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ L. H. Aller, *Physics and Chemistry of the Earth*, 4 (1961). ² G. W. Reed, J. S. Jovanovic, L. H. Fuchs, *Science*, 167, 3918 (1970). ³ W. D. Ehmann, J. R. Huizenga, *Geochim. et cosmochim. acta*, 17, 1—2 (1959). ⁴ W. D. Ehmann, J. F. Lovering, *Geochim. et cosmochim. acta*, 31, 3 (1967). ⁵ G. W. Reed, K. Kigoshi, A. Turkevich, *Geochim. et cosmochim. acta*, 20, 2 (1960). ⁶ G. W. Reed, S. Jovanovich, *J. Geophys. Res.*, 72, 8 (1967). ⁷ И. и В. Ноддак, В кн. Основные идеи геохимии, 2, 1935. ⁸ Н. Е. Суэсс, Н. С. Урей, *Rev. Modern Physics*, 28, 1 (1956). ⁹ Н. Х. Айдиньян, Н. А. Озерова, В кн. Проблемы геологии минеральных месторождений, петрологии и минералогии, 1, «Наука», 1969. ¹⁰ Н. Х. Айдиньян, Тр. Инст. геол. рудн. месторожд., петрогр., минералог. и геохим. АН СССР, 46 (1960). ¹¹ А. А. Сауков, Геохимия ртути, Изд. АН СССР, 1946. ¹² R. Dodd, *Geochim. et cosmochim. acta*, 33, 2 (1969). ¹³ R. A. Binns, *Earth and Planetary Science Letters*, 2, 1 (1967). ¹⁴ Н. Х. Айдиньян, Н. А. Озерова, С. В. Головня, В кн. Очерки геохимии ртути, молибдена и серы в гидротермальном процессе, «Наука», 1970. ¹⁵ E. Anders, *Space Sci. Rev.*, 3 (1964). ¹⁶ D. Heymann, *Icarus*, 6, 2 (1967). ¹⁷ А. Н. Заварицкий, Зап. Всесоюзн. мин. общ., 77, 2 (1943). ¹⁸ Л. Г. Кваша, *Метеоритика*, № 4 (1948).