

**КОСМИЧЕСКИЕ ШАРИКИ  
В НИЖНЕПЕРМСКИХ СОЛЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ**

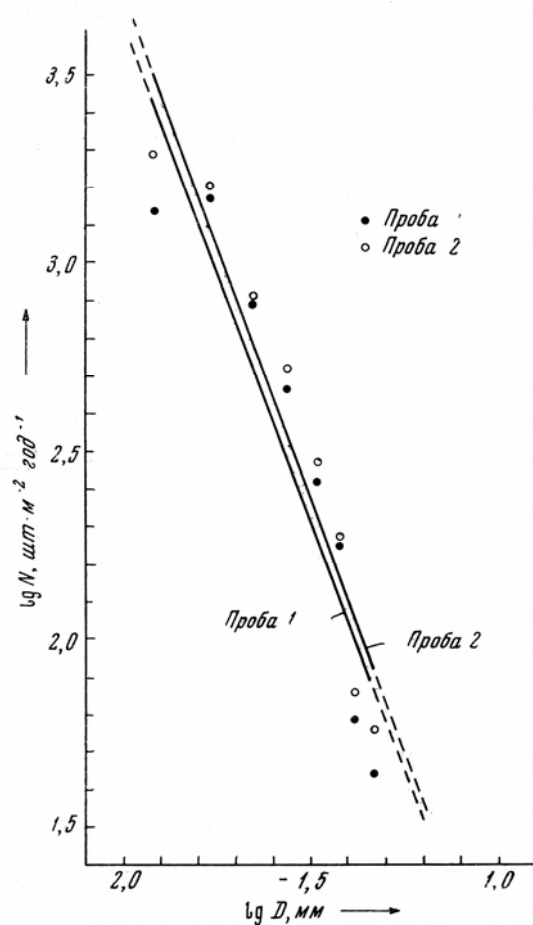
*А.В.ИВАНОВ, К.П.ФЛОРЕНСКИЙ*

*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского АН СССР, Москва*

При рассмотрении проблемы материального взаимодействия Земли и космического окружения весьма важным является изучение мелкодисперсного внеземного вещества (космической пыли) как наиболее представительной части космического вещества, выпадающего на поверхность Земли. До настоящего времени основное внимание уделялось рассмотрению современного выпадения внеземной пыли. Особый интерес в этом отношении представляет изучение космической пыли в древних геологических образованиях, что дает возможность сравнить закономерности поступления космического вещества на Землю на протяжении ее геологической истории.

Древние соляные отложения являются наиболее благоприятным объектом для изучения внеземной пыли, что определяется в общем невысоким содержанием в солях терригенного материала, наличием в них четкой годичной слоистости, позволяющей получить строго количественные данные о величине ежегодного выпадения внеземной пыли, и относительной легкостью выделения и диагностики космических частиц из таких пород.

Нами были исследованы две пробы-монолиты каменной соли, отобранные из Брянцевского (проба №1) и Подбрянцевского (проба №2) пластов Артемовского соляного месторождения нижнепермского возраста. Обе пробы состояли из нескольких полных годовых прослоев соли мощностью от 12 до 18 см; суммарная площадь годовых прослоев составляла в пробе №1 — 0,23 и №2 — 0,26 м<sup>2</sup>. Вес проб был равен соответственно 78 и 99 кг.



Распределение по диаметрам шариков из двух проб нижнепермских солей.

Интервал группирования — 5 мк

Обмытый с поверхности блок каменной соли был растворен в воде. Нерастворимый в воде остаток, количество которого было более 0,5 кг на пробу, состоял в основном из гипса и ангидрита. Для удаления сульфатов осадок был обработан водным раствором  $Mg(NO_3)_2$ , растворимость в котором  $CaSO_4$  в несколько раз выше растворимости его в чистой воде. Оставшийся после растворения сульфатов материал был подвергнут электромагнитной сепарации. Выделенные электромагнитные фракции просматривались под микроскопом.

При просмотре было обнаружено большое количество черных магнитных (магнетитовых) шариков, а также других сферических оплавленных магнетитовых образований — вытянутых или сплюснутых частиц, «капель» и «колбочек». Было найдено также некоторое количество сферических оплавленных образований силикатного и смешанного, силикатно-магнетитового состава, которые не рассматриваются в настоящей работе.

Морфологически идентичные частицы были обнаружены в районах падения крупных метеоритных тел — Тунгусское тело [1], Сихотэ-Алинский метеорит [2], а также в

атмосферных выпадениях [3], антарктическом льде [4] и в некоторых осадочных породах [5]. В ряде случаев, однако, нельзя исключить возможность загрязнения проб сходными по внешнему виду шариками индустриального или вулканического происхождения.

Для изученных нами проб солей оба эти источника загрязнения могут быть исключены. Способ обработки проб и минералогический состав нерастворимой их части позволяют считать, что все найденные в пробах шарики имеют взеземное происхождение.

Магнетитовые шарики представлены полыми, пористыми и плотными разностями; их размеры колеблются от нескольких микрон до  $\sim 100$  мк. Общее количество магнетитовых шариков и других оплавленных образований диаметром более 10 мк составляет для проб: №1 — 1102 и №2 — 1447 шт. Шарики диаметром менее 10 мк не выделялись и попадали в электромагнитные фракции случайно.

На рисунке представлен график распределения числа шариков в зависимости от их диаметра для шариков диаметром от 10 до 50 мк. Число шариков такого размера составляет для проб: №1 — 1082 и №2 — 1423 шт. Количество шариков диаметром более 50 мк незначительно и не обеспечивает возможности их статистической обработки.

По оси абсцисс отложены логарифмы диаметра шариков  $D$  в миллиметрах, по оси ординат — логарифмы числа шариков  $N$ . Интервал группирования — 5 мк.

Для обеих проб распределение имеет вид

$$\Delta N(D) = kD^\alpha \Delta D$$

Показатель  $\alpha$ , определяющий наклон прямой, равен для проб: №1 — 2,68 и №2 — 2,70.

Коэффициент  $k$ , характеризующий число частиц единичного диаметра, при одномикронном интервале группирования в расчете на  $1 \text{ м}^2$  поверхности в год для проб: №1 =  $4,0 \cdot 10^{-3}$  и №2 =  $4,3 \cdot 10^{-3}$ .

Распределение числа шариков  $N'$  по массам  $M$  может быть выражено формулой

$$\Delta N'(M) = sM^{\beta \Delta M}$$

$$\beta = \frac{\alpha - 2}{3}$$

Для проб: №1  $\beta = -1,56$  и №2  $\beta = -1,57$ .

Таким образом, черные магнитные шарики из нижнепермских отложений подчиняются степенному закону распределения по массам с показателем  $\beta \approx -1,6$ , что близко к оценке для современных выпадений [6].

Величина ежегодного выпадения космических шариков на всю поверхность Земли в нижнепермское время, вычисленная из имеющегося фактически распределения шариков

диаметром от 10 до 100  $\mu\text{м}$  при предполагаемой плотности шариков,  $4,8 \text{ г/см}^3$  [7], составляет  $1,1 \cdot 10^5$  и  $1,0 \cdot 10^5 \text{ т}$ .

Эти величины очень близки к полученным для современного выпадения шариков. Так, величина ежегодного выпадения шариков на всю поверхность Земли составляет в  $\text{т}$ :  $1,2 \cdot 10^5$  — для шариков из антарктического льда [4],  $9,1 \cdot 10^5$  — для шариков из гренландского льда [8],  $1,6 \cdot 10^5$  — для шариков из атмосферных выпадений [3].

Сравнение полученных данных о содержании черных магнитных космических шариков в нижнепермских образованиях с данными по современному их выпадению показывает, что характер распределения по размерам и общее количество шариков, выпадавших на Землю в нижнепермское время, практически одинаковы с современным.

Поступила в редакцию

4 января 1968 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ф л о р е н с к и й К . П . Проблема космической пыли и современное состояние изучения Тунгусского метеорита. — Геохимия, №3, 1963.
2. К р и н о в Е . Л . Метеорная и метеоритная пыль; микрометеориты. — В сб.: Сихотэ-Алинский железный метеоритный дождь, т. II. Изд-во АН СССР, 1964.
3. S t r o z i e r W . D . Five years of continuous collection of black magnetic spherules from the atmosphere. — J. Geophys. Res., v. 67, №6, 1962.
4. S c h m i d t R . A . Microscopic extraterrestrial particles from the Antarctic peninsula. — Ann. N. Y., Akad. Sci., v. 119, №1, 1964.
5. В и й д и н г Х . А . Метеорная пыль в низах кембрийских песчаников Эстонии. — в Сб.: Метеоритика, вып. 26. Изд-во «Наука», 1965.
6. З а с л а в с к а я Н . И . , З о т к и н И . Т . , К и р о в а О . А . Распределение по размерам космических шариков из района Тунгусского падения. — Докл. АН СССР, т. 156, №1, 1964.
7. В и л е н с к и й В . Д . Удельный вес сферических микрочастиц, собранных в атмосфере. — Геохимия, №5, 1966.
8. L a n g w a y C . C . , Jr. Sampling for extraterrestrial dust on the Greenland ice sheet. Pub. 61, Int. Asso. of Sci. Hydrology, Berkely, Calif., 1963.