

с 63 + с 350

Л-879

3805/2-77

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



19/IX-77

P14 - 10630

Д.Лхагвасурэн, О.Отгонсурэн, В.П.Перельгин,
С.Г.Стеценко

О ДОАТМОСФЕРНЫХ РАЗМЕРАХ
ПАЛЛАСИТА ЛИПОВСКИЙ ХУТОР

1977

P14 - 10630

Д.Лхагвасурэн, О.Отгонсурэн, В.П.Перельгин,
С.Г.Стеценко

О ДОАТМОСФЕРНЫХ РАЗМЕРАХ
ПАЛЛАСИТА ЛИПОВСКИЙ ХУТОР

*Доклад, представленный на XVII метеоритную
конференцию /Москва, 24-27 мая 1977 г./*

Лхагвасурэн Д. и др.

P14 - 10630

О доатмосферных размерах палласита Липовский Хутор

Представлены результаты измерений плотности треков ядер группы железа в оливинах из палласита Липовский Хутор. Показано, что лишь один участок этого метеорита имеет плотность следов VH ядер = $7 \cdot 10^6$ на см^2 , что соответствует глубине расположения 6 см от его доатмосферной поверхности; остальные локализации расположены на глубине от 7 до 13 см. Нижнее значение доатмосферной массы метеорита Липовский Хутор найдено равным ≥ 90 кг; таким образом, потеря массы этого метеорита при прохождении атмосферы Земли составила $\geq 96\%$ от первоначальной.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Lhagvasuren D. et al.

P14 - 10630

On the Pre-Atmospheric Size of Lipovsky Khutor Pallasite

The track densities of nuclei of Fe group are measured in the olivines from different locations of Lipovsky Khutor meteorite. It was found that only small part of this meteorite has a density of Fe group tracks up to $7 \cdot 10^6 \text{ см}^{-2}$, which corresponds to the depth about 6 cm from the pre-atmospheric surface. The density of Fe group tracks in the other locations corresponds to the depths from 7 to 13 cm. The lower limit of the pre-atmospheric mass of Lipovsky Khutor meteorite has been estimated to be ≥ 90 kg thus, the mass losses on this meteorite during the passage through the Earth atmosphere are about $\geq 96\%$.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

Физической основой метода определения доатмосферных размеров метеоритов по трекам ядер группы железа послужила обнаруженная еще в 1964 году Мореттом, Пелласом и Уокером ^{/1/} способность силикатных кристаллов из метеоритов регистрировать и сохранять в течение десятков и сотен миллионов лет дефекты структуры, создаваемые в конце пробега космических ядер с $Z \geq 20$.

В 1968 году Кантелобом и Пелласом ^{/2/} были завершены детальные исследования зависимости скорости образования треков VH ядер от глубины расположения кристаллов пироксенов в метеорите Сан-Северин.

Аналогичные измерения были почти одновременно проведены Прайсом и другими ^{/3/} для железо-каменного метеорита - мезосидерита Патвар. Измерения плотности треков в силикатных кристаллах из метеорита в сочетании с полученными независимым путем данными о его радиационном возрасте позволяют определить с точностью 20-30% расстояние данной локализации от первоначальной /доатмосферной/ поверхности метеорита и, следовательно, сделать вполне определенные заключения о процессах абляции и дробления этого метеорита при прохождении атмосферы Земли.

Позднее такая методика была применена при определении доатмосферных размеров метеоритов Илимаез ^{/4/}, Кейс ^{/5/}, Эллеген ^{/6/}, Красноярск ^{/7/}, Марьялахти ^{/8/}, Игл Стейшн ^{/9/}, а также при исследованиях крупных фрагментов скал с поверхности Луны ^{/10,11/}.

Целью настоящей работы явилось детальное исследование доатмосферных размеров метеорита Липовский

Хутор. Она является продолжением и развитием предыдущих исследований метеоритов типа палласитов, принятых нами в связи с проблемой поиска далеких трансурановых элементов в составе галактических космических лучей /12-14/

Для успешного проведения таких поисков необходимо детально и систематически исследовать имеющиеся образцы палласитов, чтобы отобрать участки, расположенные возможно ближе к доатмосферной поверхности метеорита.

Необходимо отметить, что ранее в работе /12/ сообщалось об обнаружении в метеорите Липовский Хутор локализаций с плотностью треков ядер группы железа /5-6/·10⁶ на см². Метеорит Липовский Хутор был найден в 1904 году /15/. Вес обнаруженного метеорита составлял около 3,5 кг. В настоящее время главная масса метеорита /вес двух фрагментов 1180 и 342 г/ находится в метеоритной коллекции Харьковского государственного университета /16// рис. 1/, фрагмент мас-

сой около 200 г - в коллекции Комитета по метеоритам АН СССР.

Нами были отобраны кристаллы оливина в более чем 30 различных участках этих трех фрагментов метеорита /рис. 2/.

Кристаллы оливина монтировались в эпоксидную смолу, полировались и подвергались травлению в режиме, приведенном в работе /14/. Измерения плотности треков ядер группы железа производились масляными иммерсионными объективами при увеличении 1500-2000 X. Для того чтобы уменьшить ошибки в определении плотности треков, измерения проводились несколькими наблюдателями. Определенные по этим данным средние значения плотности треков ядер группы железа представлены в табл. 1. Плотность следов от остановок VH ядер



a/



б/

Рис. 1. Фотографии двух фрагментов метеорита Липовский Хутор из коллекции Харьковского университета: а/ общий вид, б/ шлиф малого фрагмента.

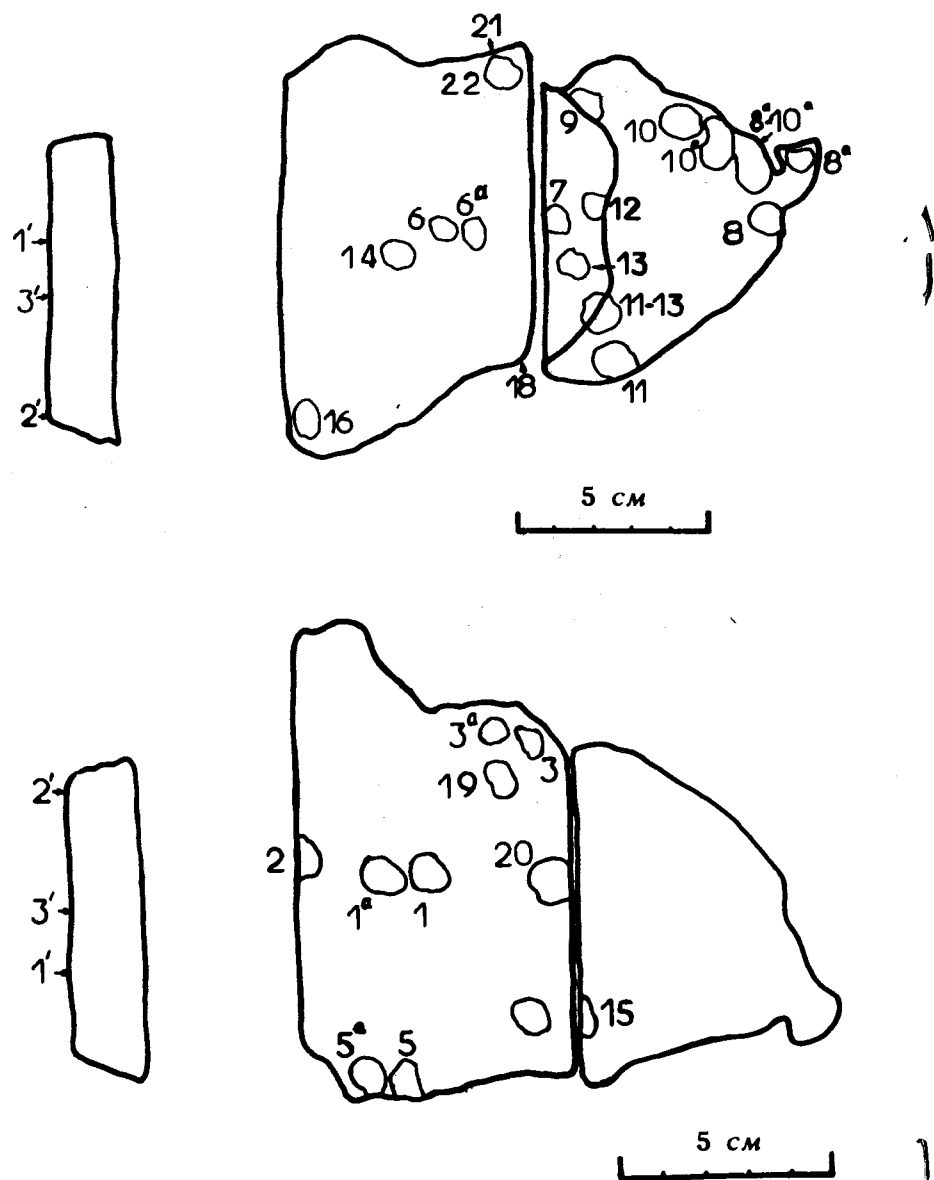


Рис. 2 Схематическое изображение трех фрагментов метеорита Липовский Хутор с местами отбора проб.

в различных силикатных кристаллах из метеоритов зависит, при прочих равных условиях, от чувствительности таких кристаллов и от термической истории данного образца. Как показано в работах ^{/5,6/}, оливины из метеоритов имеют плотность треков в 1,6-2,4 раза ниже, чем пироксены из тех же локализаций. Следует отметить, что средняя травимая длина ядер группы железа в оливинах из различных метеоритов существенно меньше, чем от ускоренных ядер железа - 13,5 мкм. Она изменяется в пределах от 6-7 до 10,3 мкм ^{/8,9/}.

Как следует из гистограммы, приведенной на рис. 3, средняя длина треков наиболее представительного пика ядер группы железа в оливинах из палласита Липовский Хутор составляет 8,2 мкм.

При определении доатмосферных размеров этого метеорита мы учитывали сокращение средней длины следов ядер железа в 1,65 раза. Зависимость плотности треков ядер группы железа от глубины расположения в метеорите Липовский Хутор определяли, исходя из кривых ^{/рис. 4/}, рассчитанных в работе ^{/17/} для сферических тел различного радиуса. Кривые, приведенные на рис. 4, получены для каменных метеоритов - хондритов и средней травимой длины VH ядер в пироксенах - 10 мкм.

При использовании данных этих расчетов мы учитывали, что пробег ядер группы железа в веществе хондритов в 1,4 раза больше, чем в веществе палласитов ^{/12/}.

С учетом всех этих факторов, а также полученного Л.И.Левским значения радиационного возраста палласита Липовский Хутор - около 220 млн лет - можно было определить расстояния исследованных нами кристаллов от первоначальной ^{/доатмосферной/} поверхности этого метеорита.

Максимальное расстояние от доатмосферной поверхности для каждой данной локализации определялось в предположении, что она находилась в центре соответствующего сферического тела ^{/табл. 1/}, минимальное расстояние находилось для радиуса метеорита - 1000 см.

Средняя величина между этими крайними значениями ^{/табл. 1/} используется для дальнейших оценок доатмосферной массы метеорита Липовский Хутор. Как

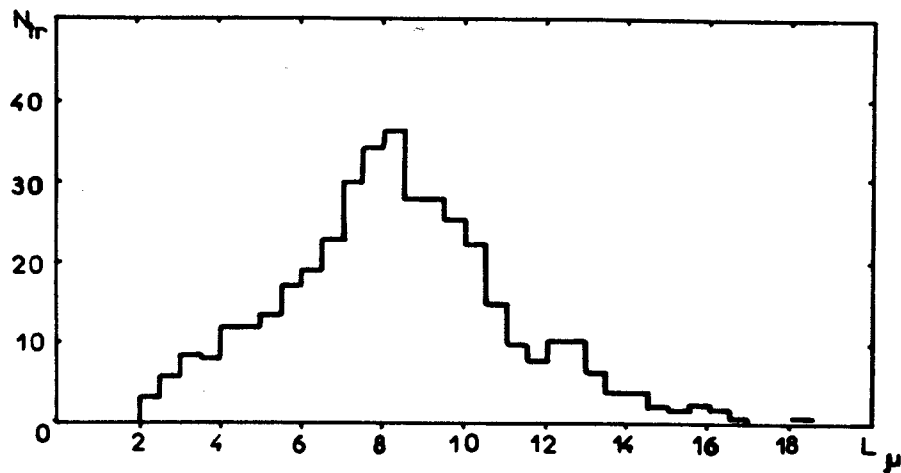


Рис. 3. Распределение длин следов ядер группы железа в оливинах из метеорита Липовский Хутор.

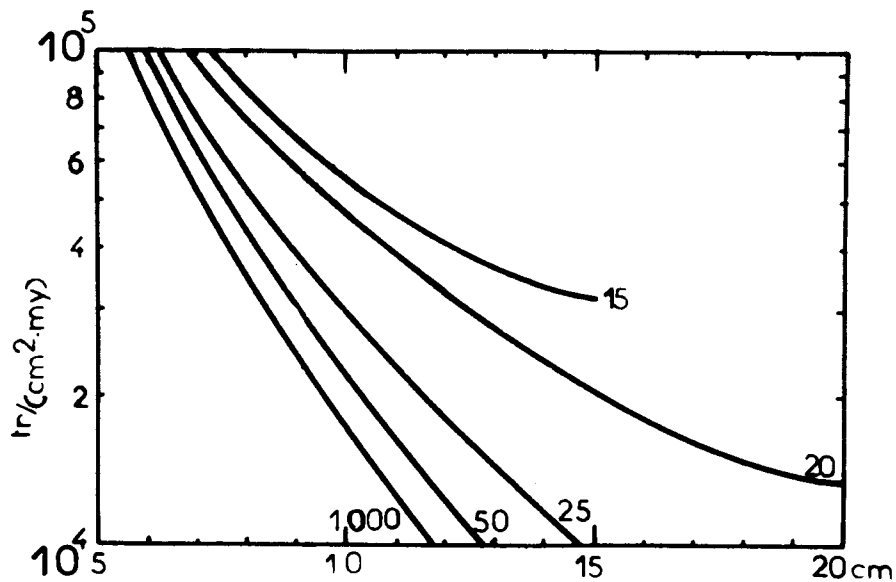


Рис. 4. Зависимость скорости образования следов Vn ядер от глубины расположения кристаллов пироксена в каменных метеоритах.

Таблица I

№ локализации	T _p /см ² группы Fe	T _p /см ² млн. лет для пироксенов	Глубина расположения локализации от до-атмосферной поверхности (см)	
			средняя	максимальная
I	2,1·10 ⁶	2,4·10 ⁴	9	11,6
Ia	3,7·10 ⁶	4,2·10 ⁴	7,6	9,8
2	2,1·10 ⁶	2,4·10 ⁴	9,0	11,6
3	1,3·10 ⁶	1,5·10 ⁴	10,6	13,3
3a	1,7·10 ⁶	1,9·10 ⁴	9,7	12,6
3-3a	1,9·10 ⁶	2,2·10 ⁴	9,3	12,1
5	1,4·10 ⁶	1,6·10 ⁴	10,2	13,1
5a	1,8·10 ⁶	2,0·10 ⁴	9,6	12,5
5б	1,4·10 ⁶	1,6·10 ⁴	10,2	13,1
5в	1,7·10 ⁶	1,9·10 ⁴	9,7	12,6
6	2,5·10 ⁶	2,9·10 ⁴	8,4	10,9
6a	1,8·10 ⁶	2,0·10 ⁴	9,6	12,5
7	3,0·10 ⁶	3,4·10 ⁴	7,9	10,2
8	1,7·10 ⁶	1,9·10 ⁴	9,7	12,6
8a	1,6·10 ⁶	1,8·10 ⁴	9,8	12,8
9	2,0·10 ⁶	2,3·10 ⁴	9,2	11,9
10	4,3·10 ⁶	4,9·10 ⁴	7,1	9,2
10a	1,5·10 ⁶	-	-	-
11	7,2·10 ⁶	8,2·10 ⁴	6,1	8,1
12	7,0·10 ⁶	8,0·10 ⁴	6,2	8,2
13	4,8·10 ⁶	5,5·10 ⁴	6,8	8,7
14	1,7·10 ⁶	1,9·10 ⁴	9,7	12,6
15	1,9·10 ⁶	2,2·10 ⁴	9,3	12,1
16	2,4·10 ⁶	2,7·10 ⁴	8,8	11,2
17	1,7·10 ⁶	1,9·10 ⁴	9,7	12,6
18	3,9·10 ⁶	4,5·10 ⁴	7,4	9,7
19	2,8·10 ⁶	3,2·10 ⁴	8,1	10,4
20	1,7·10 ⁶	1,9·10 ⁴	9,7	12,6
21	1,5·10 ⁶	1,8·10 ⁴	9,8	12,8
22	2,8·10 ⁶	4,5·10 ⁴	7,4	9,7

следует из табл. 1 и рис. 2, только ограниченный участок этого метеорита мог находиться на глубине около 6 см, остальные находились на глубинах от 7 до 13 см.

Этот результат существенным образом отличается от данных, полученных для палласитов Илимаез⁴/Марьялахти⁸/Игл Стейши⁹/, где наблюдался регулярный градиент плотности VH треков от коры плавления к внутренним участкам.

Полученное нами распределение плотности треков ядер группы железа позволяет заключить, что найденный фрагмент метеорита Липовский Хутор, по-видимому, входил в состав более крупного тела, подвергшегося дроблению при прохождении атмосферы Земли. В этих условиях можно получить лишь нижнюю границу доатмосферной массы этого метеорита. Согласно табл. 1, средняя толщина утраченного слоя метеорита Липовский Хутор составила около 9 см, его удельный вес - около 4,8 г/см³.

Метеорит имеет удлиненную форму с выступами и впадинами /рис. 1,2/. Значение нижней границы доатмосферной массы метеорита определено равным 90 кг. Таким образом, потеря массы метеорита Липовский Хутор составляет $\geq 96\%$ от первоначальной.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Г.Н.Флерову за постоянное внимание к работе и полезные обсуждения.

Авторы весьма признательны также Т.П.Жолудь и Л.Г.Кваша за предоставленные многочисленные образцы оливнинов из метеорита Липовский Хутор, Е.М.Колесникову и Л.К.Левскому, обеспечившим определение радиационного возраста этого метеорита.

Литература

- 1/ Maurette M., Pellas P., Walker R.M. *Nature*, 1964, 204, p. 821.
2. Cantelaube Y., Pellas P. *Origin and Distribution of Elements*. Ed. Ahrens, Pergamon Press, 1968, p.478.
3. Price P.B. e.a. *Phys. Res.*, 1967, 72, p.1377.

4. Kaschkarov L.L. e.a. *Rep. No. 290, XI International Conf. on Cosmic Rays, Budapest (1969)*.
5. Lorin I.C., Popeau G. *Meteoritics*, 1973, 8, p.410.
6. Pellas P., Ducater A., Berdot J.L. *Meteoritics*, 1973, 8, p.418.
7. Cantelaube Y. *C.R.Acad. Sci., Paris*, 1973, 276, p.1093.
8. Перелыгин В.П., Вишк Х.Б., Отгонсурэн О. *ОИЯИ*, P13-8359, Дубна, 1973.
9. Курат Г. и др. *ОИЯИ*, P14-9992, Дубна, 1976.
10. Price P.B., Fleischer R.L. *Ann. Rev. Nucl. Sci.*, 1971, 21, p.195.
11. Fleischer R.L., Price P.B., Walker R.M. *Nucl. Tracks in Solids*. Univ. of California Press, 1975.
12. Отгонсурэн О., Перелыгин В.П. *АЭ*, 1974, 37, с.169.
13. Флеров Г.Н., Отгонсурэн О., Перелыгин В.П. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, 1975, 39, с.388.
14. Otgonsuren O. e.a. *Astrophys. J.*, 1976, 210, p.258.
15. Чирвинский П.Н. *Палласиты*, "Недра", М., 1967.
16. Жолудь Т.П. *Метеоритика*, 1975, 34, с.107.
17. Lal D. *Space Sci. Rev.*, 1972, 14, p.3.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 апреля 1977 года.