

Е. Л. КРИНОВ

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ СИХОТЭ-АЛИНСКОГО ЖЕЛЕЗНОГО МЕТЕОРИТНОГО ДОЖДЯ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 22 XI 1947)

12 февраля 1947 г., около 10 ч. 35 м. утра по местному декретному времени в Приморском крае ($\varphi = 49^{\circ}10'$; $\lambda = 104^{\circ}19'$ от Пулкова) выпал мощный железный метеоритный дождь, сопровождавшийся весьма эффектными оптическими и акустическими явлениями (1). Обработка собранных автором во время экспедиции Комитета по метеоритам АН СССР (27 IV — 17 V 1947) материалов и исследование некоторых образцов метеоритов позволяют установить следующие характерные черты Сихотэ-Алинского метеоритного дождя*.

Прежде всего следует отметить, что Сихотэ-Алинское падение представляет собой единственный в мире железный метеоритный дождь, наблюдавшийся при падении, и вместе с тем самое крупное падение метеоритного железа (2).

Изучение на месте обстановки выпадения метеоритного дождя позволило выявить эллипс рассеяния и выяснить ряд особенностей в его структуре. Во-первых, обращает на себя внимание сравнительно небольшая площадь эллипса, около 7—8 км², с длиной большой оси около 5 км, направленной своим северным (тыловым) концом по азимуту 344° от С. к В. (рис. 1). Нужно, впрочем, отметить, что вполне надежно оконтурена только западная сторона и головная (южная) часть; восточная и северная границы эллипса определены предположительно.

Второй особенностью эллипса рассеяния является отклонение от обычной закономерности в распределении метеоритных масс в соответствии с их размерами. Вся площадь эллипса резко делится на две части: головную около 0,75 км², где выпали наиболее крупные массы, и тыловую значительно большую площадь. В головной части обнаружено 106 воронок диаметром от 0,6 до 28 м, причем с диаметром более 10 м оказалась 21 воронка, от 3 до 10 м—18. Воронки расположены как попало, и часто рядом с крупной или на ее борту расположена малая. Изучение строения воронок показало резкое отличие их от известных метеоритных кратеров. Обстановка падения подробно описана акад. В. Г. Фесенковым (3).

В воронках и между ними были собраны многочисленные метеоритные осколки, весом от долей грамма до десятков килограммов. Они напоминают по внешнему виду осколки из метеоритных кратеров Каньон-Диабло (США) и Генбери (Австралия), а также отдельные экземпляры метеоритной группы Чинге (СССР). В большинстве случаев

* В настоящее время автором продолжается дальнейшее изучение всех собранных материалов, составляется описание метеоритов и исследуется их внутренняя структура.

осколки имеют сплюснутую, „панцирную“, иногда S-образную или плоскую форму с рваными, заостренными концами и часто с тонкими, длинными и загнутыми выступами. В изломах крупных осколков обычно видны торчащие отдельные балки и общая балочная (октаэдрическая) структура. На выпуклых поверхностях особенно крупных осколков можно усмотреть следы, а иногда и довольно хорошо различимые регмаглииты. Как правило, осколки покрыты ржавчиной и намазками глины; часто наблюдаются и гроздевидные выпоты лавренсита, а на вогнутых преимущественно поверхностях — побежалость интенсивного синего, реже радужного цвета. Характерной особенностью осколков являются также и резкие следы деформации от ударов о скальные породы в виде шрамов, линий скольжения, глубоких трещин и т. д. (рис. 2). При помощи ручного магнита из глины, перемешанной с обломками порфиров, в воронках и вокруг них были извлечены мельчайшие магнитные (метеоритные) частицы.

При раскопке двух воронок диаметром в 0,6 м были извлечены целые индивидуальные метеориты весом в 68,7 и 84,8 кг. В более крупных воронках диаметром в 2,6 и 2,8 м были обнаружены метеориты весом около 300 кг каждый. В одном случае метеорит имел многочисленные трещины, в другом — был разбит на четыре крупных куска, которые удалось сложить по местам излома и восстановить первоначальный вид метеорита. Частичное вскрытие крупной воронки диаметром в 23 м привело к обнаружению под слоем обломков толщиной в 0,5—1 м залегание целых пластов порфиров. Однако крупной метеоритной массы найти не удалось. Были собраны лишь многочисленные небольшие метеоритные осколки, перемешанные с обломками порфиров и с глиной.

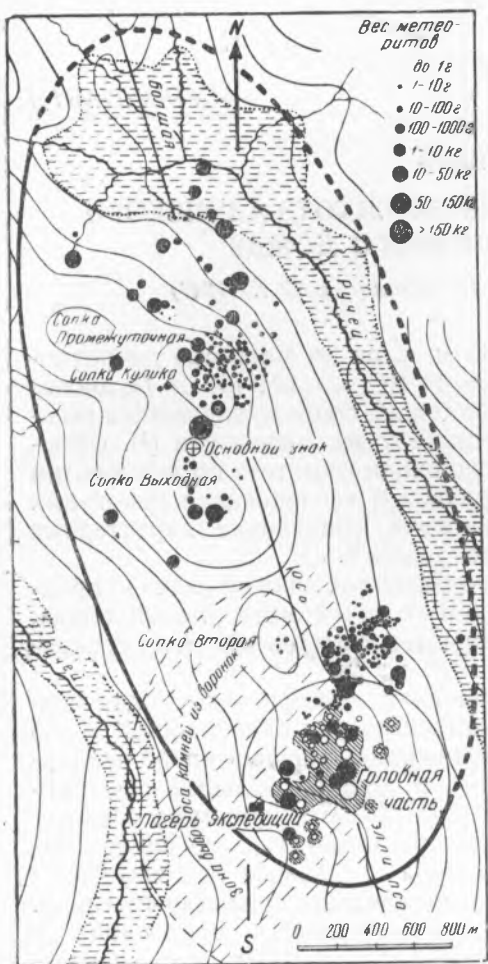


Рис. 1. Карта эллипса рассеяния. Черными кружками обозначены места находок индивидуальных экземпляров, светлыми — наиболее крупные воронки, диаметром более 10 м. Заштрихована зона наиболее сильного опустошения тайги

теоритные осколки, перемешанные с обломками порфиров и с глиной. Измерения со дна воронок направлений на места изломов деревьев, вызванных ударом о них метеоритных масс, в среднем (из 18 случаев) дали: азимут 359° и угол 30° (от нормали).

В тыловой части эллипса было собрано 257 целых индивидуальных экземпляров, весом от долей грамма до 300 кг. Самый маленький из найденных индивидуальный экземпляр весит 0,18 г и имеет размеры $3 \times 4 \times 5$ мм. Он является вероятно, самым маленьким железным метеоритом в мире. Образцы весом до 1—2 кг были обнаружены лежавшими на лесной подстилке и лишь в редких случаях погруженными частично в почву. Более крупные экземпляры лежали в небольших лунках,



Рис. 2. Типичный метеоритный осколок с характерными рваными краями и резкими линиями скольжения (вогнутая поверхность)

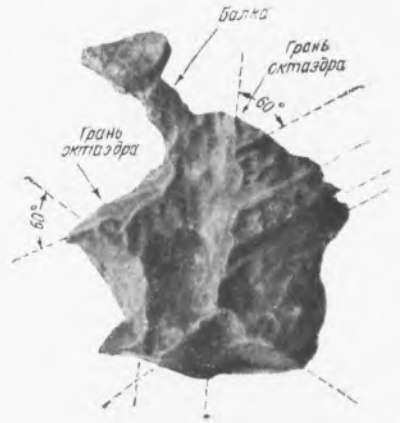


Рис. 2. Индивидуальный целый экземпляр, покрытый корой плавления и имеющий резко выраженные регмаглипты. Хорошо видны балочная структура и отдельные грани



Рис. 4. Протравленные поверхности распиленных пополам образцов: *а* — целый индивидуальный экземпляр, видна внутренняя балочная структура и крупные включения троилита (слева, справа и внизу на фото); *б* — распиленный пополам осколок. Видна внутренняя, сильно деформированная структура

иногда совершенно открытыми, а иногда частично или полностью засыпанными слоем земли. В некоторых случаях метеориты находились поблизости от образованных ими лунок. В ряде случаев были замечены срубленные метеоритами вершины или сучья деревьев. Измерения направлений на места изломов по отношению к местам падений метеоритов в среднем (из 7 случаев) дали: азимут 357° и угол 27° . Распределение индивидуальных экземпляров в эллипсе показывает резкую концентрацию в двух пунктах. Некоторые экземпляры были обнаружены даже в головной части эллипса.

Индивидуальные экземпляры отличаются резко выраженной регмаглиптовой скульптурой и наличием коры плавления сине-стального цвета, иногда с фиолетовым оттенком. В большинстве случаев они имеют неправильную обломочную форму и своеобразную балочную структуру, еще не наблюдававшуюся, по крайней мере в столь резко выраженном виде, ни на одном другом железном метеорите. Часто можно наблюдать отдельные выступающие наружу балки. Обычно они расположены или параллельно выступающей между собой или же пересекаются под углом в 60° . Нередко наблюдаются плоские площадки треугольной формы с равными углами, представляя собой, очевидно, грани октаэдра, по которым отчасти происходило дробление в воздухе метеоритной массы. Пересекаясь между собой, они образуют те же двугранные углы в 60° (рис. 3). Особенно поразительно наличие на многих плоских поверхностях некоторых образцов четкого рисунка видманштеттеровых фигур, обусловленного соответствующей ориентировкой отдельных регмаглиптов, выступающих балок и их ребер. Такие случаи вообще наблюдаются впервые. Другой характерной особенностью индивидуальных экземпляров является резкое проплавление до образования глубоких червеобразных канавок и сквозных отверстий, несомненно вызванное наличием в метеоритах обильных и крупных включений троилита, часто усматриваемых на поверхности образцов и при их распиловке. Замечательно также наличие на многих образцах коры плавления второго рода, иногда в самом зачаточном виде, а в связи с этим и регмаглиптов в разной стадии их развития. Многие экземпляры показывают определенные элементы ориентирования, причем на передних поверхностях кора имеет струйчатую или морщинистую структуру, образующую своеобразный рисунок. На тыловых поверхностях кора пористая, а по бокам наблюдается резко выраженная натечность, образующая обычный „венчик“. На многих образцах даже небольших размеров видны многочисленные трещины и шрамы от ударов о скальные породы или об отдельные камни; нередко наблюдаются отколы небольших кусочков, очевидно, выступов.

Исследование внутренней структуры показало принадлежность данного метеорита к весьма глубокоструктурным октаэдритам* типа Sandia Mountains и Santa Luzia (4). При макротравлении были выявлены отдельные крупные балки и округлые или полигональные площадки. Эти структурные компоненты находятся в контакте между собой или же разделены прослойками троилита, иногда достигающими значительного размера, представляя собой крупные включения. В меньших количествах, главным образом в контакте с троилитом, встречается шрейберзит. Метеоритное вещество по своему минералогическому составу представлено в основном одним компонентом — камаситом. Указанный выше рисунок на протравленной поверхности появляется в результате возникновения при травлении обычного ориентированного блеска. Вследствие этого при изменении положения протравленной поверхности по отношению к источнику света одни структурные ком-

* Такой структуре вполне отвечает химический состав данного метеоритного вещества: Fe 94%, Ni 5,5% и Co 0,38%.

4 ДАН, т. 59, № 3

поненты становятся яркими, другие темными, причем при другом положении получается обратная картина (рис. 4). Травлением обнаружены также чрезвычайно обильные неймановы линии, причем наблюдается одновременно несколько систем. Макротравление осколочных образцов показало ту же структуру, однако наблюдается резкая деформация последней, вызванная, очевидно, ударом метеоритной массы при ее падении.

В заключение можно сделать следующие выводы. Метеоритный дождь был образован в результате дробления в земной атмосфере первоначально одной крупной массы. Дробление произошло близ области задержки, которая была расположена сравнительно невысоко над земной поверхностью, порядка нескольких километров. Крупные метеоритные массы, достигая поверхности Земли с большой скоростью, находившейся в прямой зависимости от размера метеоритов, и сопровождаемые воздушными волнами, дробили скальные породы, образуя воронки и раскаляясь на многочисленные осколки вплоть до мельчайших частиц. Можно установить приблизительный предел в 300 кг для метеоритов, уцелевших при своем падении от раскалывания. Никакого взрыва, понимаемого как мгновенный переход твердого метеоритного вещества в газообразное, не было. Об этом можно судить также и по отсутствию сейсма. Наблюдаемая на некоторых осколках побегальность была вызвана, очевидно, кратковременным местным нагреванием до температуры в несколько сот градусов, происшедшим в момент удара и раскола метеоритных масс. Балочная структура способствовала интенсивному дроблению первоначальной метеоритной массы в воздухе и при последующем раскалывании крупных метеоритных масс при ударе их о скальные породы. Вместе с тем вязкость метеоритного железа и его высокая ковкость способствовали получению метеоритными осколками деформированных форм. Насколько можно судить по обстановке падения, общая масса метеоритного вещества, достигшего земной поверхности, составляет приблизительно сотню тонн. Экспедицией было собрано всего около 5 т, в том числе 1,777 т индивидуальных экземпляров.

Комитет по метеоритам
Академии Наук СССР

Поступило
3 XI 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ф. К. Шипулин, *Природа*, № 5, 50 (1947). ² Е. Л. Кринов, *Усп. астрон. наук*, 3, 257 (1947). ³ В. Г. Фесенков, *Астрон. журн.*, № 5, 302 (1947).
⁴ S. H. Perry, U. S. N. Museum, Smith. Inst. Bull., 184 (1944).