

Е. Л. КРИНОВ

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПАДЕНИЙ КАМЕННЫХ МЕТЕОРИТОВ

(Представлено академиком В. Г. Фесенковым 16 IV 1953)

Как известно, одиночные падения метеоритов представляют собой большую редкость; такие метеориты отличаются резко выраженной ориентированной формой. Обычно каждый каменный метеорит падает на Землю в виде метеоритного дождя, что связано с дроблением в атмосфере при движении с космической скоростью первоначально одного метеоритного тела *. После каждого такого падения теперь, а иногда и прежде, собирали и собирают десятки, сотни и даже тысячи индивидуальных экземпляров, причем каждый индивидуальный экземпляр представляет собой обособленный метеорит со всеми характерными для него признаками. Находка единичных или нескольких только камней, что иногда случается, объясняется обычно неполнотой сбора (1).

Метеоритные дожди рассеиваются на земной поверхности на площади, имеющей эллиптическую форму и называемой эллипсом рассеяния. При этом давно известно, что площадь эллипсов различна у разных метеоритных дождей.

В последние годы на территории СССР выпало несколько метеоритных дождей, изучение падений которых и сбор выпавших метеоритов были выполнены с достаточной полнотой, и полученные при этом результаты дополнили имевшиеся ранее фактические данные о метеоритных дождях (2). Эти данные (см. табл. 1) позволяют сделать обобщения, приводящие к выяснению некоторых интересных закономерностей, касающихся условий падений каменных метеоритов на Землю.

Приведенные в табл. 1 данные показывают следующие закономерности.

1. Чем больше площадь эллипса рассеяния, тем меньшее число индивидуальных экземпляров выпало и тем более крупные, в среднем, размеры имеют индивидуальные экземпляры.

2. Число индивидуальных экземпляров, а также площадь эллипса рассеяния не зависят от общей массы метеоритного дождя, средний вес которой определяется в 200 кг.

* Из железных метеоритных дождей к настоящему времени известен только один — Сихотэ-Алинский, выпавший в СССР 12 II 1947 г.

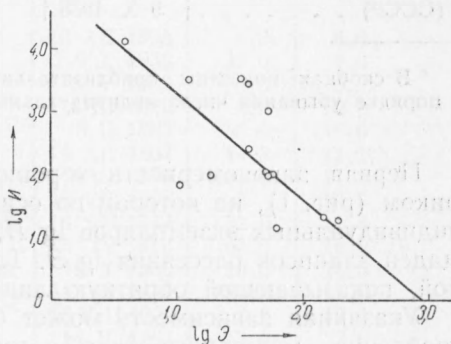


Рис. 1

Эллипсы рассеяния некоторых каменных метеоритных дождей*

| Название метеоритов | Дата падения | Число индивид. экз. | Общ. вес в кг | Эллипс рассеяния | | |
|---------------------------------------|--------------|---------------------|---------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|
| | | | | длина больш. оси в км | длина мал. оси в км | площадь в км ² |
| Голбрук (США) | 19 VII 1912 | 14000 | 218 | 4,8 | 1,0 | 3,9 |
| Пултуск (Польша) | 30 I 1868 | 3000 | ? | 8,0 | 1,6 | 12,6 |
| Мокс (Румыния) | 3 II 1882 | 3000 | 300 | 14,5 | 3,2 | 34,4 |
| Лэбль (Франция) | 26 IV 1803 | (2500) | 37 | 12,0 | 4,0 | 37,7 |
| Княгиня (Чехословакия) | 9 VI 1866 | 1000 | 500 | 14,5 | 4,8 | 55,0 |
| Станнерн (Чехословакия) | 22 V 1808 | (250) | 52 | 12,9 | 4,8 | 48,2 |
| Гессль (Швеция) | 1 I 1869 | 100 | 23 | 14,5 | 4,8 | 55,0 |
| Тэнхем (США) | 1879 | 100 | 160 | 19,3 | 4,8 | 62,3 |
| Гомстэд (США) | 12 II 1875 | 100 | 230 | 11,2 | 6,4 | 56,2 |
| Первомайский Поселок (СССР) | 26 XII 1933 | 97 | 50 | 6,0 | 4,0 | 18,8 |
| Крымка (СССР) | 21 I 1946 | (70) | (20) | 5,0 | 3,0 | 11,8 |
| Кайнсаз (СССР) | 13 IX 1937 | 25 | (300) | 29,0 | 7,0 | 147,4 |
| Кунашак (СССР) | 11 VI 1949 | 20 | 200 | 35,0 | 7,0 | 192,0 |
| Жовтневый Хутор (СССР) | 9 X 1938 | 15 | 200 | 16,0 | 5,0 | 62,8 |

* В скобках показаны приблизительные числа; метеоритные дожди расположены в порядке убывания числа индивидуальных экземпляров.

Первая закономерность хорошо иллюстрируется прилагаемым графиком (рис. 1), на котором по оси ординат отложены логарифмы числа индивидуальных экземпляров $\lg N$, а по оси абсцисс — логарифмы площадей эллипсов рассеяния $\lg \mathcal{E}$. Точки на графике ложатся вблизи прямой, показывающей обратную линейную зависимость.

Указанная зависимость может быть объяснена разной высотой зоны дробления метеорного тела, а именно: чем больше площадь эллипса рассеяния, тем выше была расположена зона дробления, так как рассеяние по земной поверхности индивидуальных экземпляров будет, несомненно, тем больше, чем выше раздробилось метеорное тело.

Сопоставление числа индивидуальных экземпляров и площади эллипса с минералогическим составом метеоритных дождей не показывает какой-либо зависимости. Все метеоритные дожди, указанные в табл. 1, относятся, в общем, к одинаково плотным и прочным хондритам. Можно поэтому предполагать, что высота зоны дробления зависит от ориентировки траекторий метеорных тел в земной атмосфере, а также от начальной скорости и формы метеорных тел. Достаточных данных для решения этого вопроса пока не имеется.

Следующая закономерность относится к высоте области задержки. Известно, что каждое метеорное тело вследствие торможения в атмосфере теряет свою космическую скорость до того, как оно достигнет земной поверхности. Исключение составляют особо крупные, гигантские, метеорные тела, подобные Аризонскому, Тунгусскому и некоторым другим, которые здесь в расчет не принимаются.

Изучение атмосферных траекторий метеорных тел, вызывающих появление болидов, а в некоторых случаях оканчивающихся падением метеоритов (метеоритных дождей), основывается на показаниях случайных очевидцев, что объясняется невозможностью, из-за внезапности появлений болидов, организовать инструментальные наблюдения. По указанной причине определения таких элементов атмосферных траекторий,

как начальная и конечная высота, оказываются грубо приближенными и иногда могут значительно отступать от действительности. Наиболее надежно определенной обычно оказывается высота конечной задержки наиболее крупных индивидуальных экземпляров метеоритных дождей. Это объясняется тем, что исчезновение болида отмечается очевидцами обычно гораздо более уверенно, чем появление, которое (момент появления) чаще всего остается незамеченным; очевидцы замечают болид уже летящим по небу.

В табл. 2 приведены опубликованные в (1, 2) наиболее надежные определения высоты области задержки некоторых метеоритов (метеоритных дождей).

Таблица 2

Высота области задержки некоторых метеоритов

| Название метеоритов | Класс | Дата падения | Вес наибольш. индивид. экз. в кг | Высота области задержки наибольш. индивид. экз. в км |
|---------------------------------------|----------|--------------|----------------------------------|--|
| Гомстэд (США) | Каменный | 12 II 1875 | 33,6 | 4,0 |
| Первомайский Поселок (СССР) | " | 26 XII 1933 | 8,3 | 6,0 |
| Жовтневый Хутор (СССР) | " | 9 X 1938 | 32,0 | 7,6 |
| Крэхенберг (Германия) | " | 5 V 1869 | 16,5 | 8,2 |
| Хмелевка (СССР) | " | 1 III 1929 | 6,0 | 10,0 |
| Мокс (Румыния) | " | 3 II 1882 | 56,0 | 11,0 |
| Вестон (США) | " | 14 XII 1807 | 14,8 | 11,1 |
| Княгиня (Чехословакия) | " | 9 VI 1866 | 293,0 | 11,9 |
| (Болид; СССР) | ? | 13 VII 1952 | ? | 13,5 |
| Браунау (Чехословакия) | Железный | 14 VII 1847 | 22,0 | 14,8 |
| Трейза (Германия) | " | 3 IV 1916 | 63,0 | 16,0 |
| Венгероно (СССР) | Каменный | 11 X 1950 | 10,0 | 16,0 |
| Кунашак (СССР) | " | 11 VI 1949 | 120,0 | 17,0 |
| Эрчи (США) | " | 10 VIII 1932 | 3,6 | 17,4 |
| Оргейль (Франция) | " | 14 V 1864 | (5,0) | 23,0 |

Приведенные в табл. 2 данные показывают, что высоты области задержки колеблются в пределах от 4,0 до 23,0 км, причем никакой зависимости ни от массы, ни от класса метеорита не наблюдается. Однако средняя высота области задержки оказывается равной 12,5 км, т. е. совпадает со средней высотой тропопаузы, которая для умеренных широт равна от 8 до 12 км, а для тропиков от 15 до 18 км (3). Повидимому, наблюдающийся разброс высот области задержки объясняется, главным образом, неточностью определений, производимых, как говорилось выше, на основании обработки мало точных наблюдений, сделанных случайными очевидцами. Реальные отклонения от указанной средней высоты едва ли превосходят 1—2 км. Повидимому, существует постоянная высота области задержки, равная 12,5 км (в среднем), ниже которой метеорные тела обыкновенных размеров с космической скоростью не проникают. Вместе с тем эта же высота является, вероятно, нижней границей зоны дробления метеорных тел. Полученные результаты можно истолковать следующим образом. Те метеорные тела, которые почти достигают с космической скоростью в целом виде указанной границы, интенсивно дробятся на этой высоте, давая обильные метеоритные дожди с индивидуальными экземплярами небольших размеров и рассеивающимися на небольшой площади. Те же метеорные тела, которые дробятся на большей высоте, дают, наоборот, малочисленные метеоритные дожди, но с более крупными, в среднем, индивидуальными экземплярами, наибольшие из которых также достигают с космической скоростью

указанной нижней границы зоны дробления, иногда испытывая при этом повторные дробления. Эти последние метеоритные дожди рассеиваются на земной поверхности на значительно большей площади.

Поступило
14 II 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Е. Л. Кринов, Метеориты, изд. АН СССР, 1948. ² Метеоритика, Сборн. статей, в. 1 и 2, 1941; 6, 1949, 8, 1950. ³ А. С. Зверев и др., Курс метеорологии (физика атмосферы), под ред. П. Н. Тверского, 1951.

| № п/п | Имя | Год | Место | Характер |
|-------|-----|-----|-------|----------|
| 1 | ... | ... | ... | ... |
| 2 | ... | ... | ... | ... |
| 3 | ... | ... | ... | ... |
| 4 | ... | ... | ... | ... |
| 5 | ... | ... | ... | ... |
| 6 | ... | ... | ... | ... |
| 7 | ... | ... | ... | ... |
| 8 | ... | ... | ... | ... |
| 9 | ... | ... | ... | ... |
| 10 | ... | ... | ... | ... |
| 11 | ... | ... | ... | ... |
| 12 | ... | ... | ... | ... |
| 13 | ... | ... | ... | ... |
| 14 | ... | ... | ... | ... |
| 15 | ... | ... | ... | ... |
| 16 | ... | ... | ... | ... |
| 17 | ... | ... | ... | ... |
| 18 | ... | ... | ... | ... |
| 19 | ... | ... | ... | ... |
| 20 | ... | ... | ... | ... |

Вопрос о происхождении метеоритных дождей является одним из наиболее сложных в метеорологии. В настоящее время нет единого мнения о том, являются ли метеоритные дожди результатом падения метеоритов из космоса или же являются результатом атмосферных процессов. В пользу первой теории свидетельствуют следующие факты: метеориты, падающие на Землю, имеют характерные черты, свидетельствующие о том, что они пришли из космоса (например, наличие метеоритного шара, наличие метеоритного следа, наличие метеоритного шара). В пользу второй теории свидетельствуют следующие факты: метеоритные дожди часто наблюдаются в районах, где нет метеоритных дождей, метеоритные дожди часто наблюдаются в районах, где нет метеоритных дождей, метеоритные дожди часто наблюдаются в районах, где нет метеоритных дождей.