

работа, свидетельствующая об искусственном привносе «мертвого» углерода, была подтверждена работой Л. В. Фирсовой с сотрудниками<sup>3</sup>. В двух из семи исследованных деревьев из района катастрофы они обнаружили резкое понижение содержания <sup>14</sup>C после 1908 г.

Склоняясь к мысли о космической (точнее, кометной) природе Тунгусского события, я хотел бы в заключение подчеркнуть, что исследование вещества с места этого события может дать нам представление и о более древнем событии, произошедшем на рубеже мела и палеогена.

## Вулканизм как альтернатива космической катастрофы

И. В. Мелекесцев

Как только были обнаружены аномальные содержания иридия на границе мела и палеогена (65 млн лет назад), наряду с космическими стали обсуждаться и земные причины их появления. Было высказано предположение, что эта аномалия порождена вулканическими процессами, так как на конец мела — начало палеогена приходится кульминация одного из самых мощных в кайнозой эпох вулканизма. Именно тогда возникло знаменитое трапповое плато Декан в Индии площадью свыше 500 тыс. км<sup>2</sup>, образовались огромные покровы платобазальтов в Шотландии, на побережье Лабрадора, в Гренландии и на Шпицбергене. Базальтовые вулканические породы мел-палеогенового возраста широко представлены в пределах островных дуг обрамления Тихого океана и во многих других



Иван Васильевич Мелекесцев, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Института вулканологии ДВНЦ АН СССР. Научные интересы связаны с геоморфологией вулканических областей, историей формирования вулканов, стратиграфией плиоцен-плейстоценовых вулканических толщ.

местах. Судя по данным глубоководного бурения, мел-палеогеновые базальты покрывают также обширные участки дна океанов.

Мел-палеогеновый вулканизм отличался двумя особенностями. Во-первых, магматическое вещество быстро поступало на поверхность с очень больших глубин — непосредственно из мантии. Во-вторых, скорость выноса вулканических продуктов была в несколько раз выше современной, которая также достаточно высока (8—11 км<sup>3</sup>/год). Точно определить объем пород, изверженных в это время, пока нельзя, однако с учетом океанических базальтов он был не менее 1 млн км<sup>3</sup>.

Глубинная природа лав и громадные масштабы излияний могли быть причиной того, что на поверхность поступало значительное количество компонентов, типичных для больших глубин. В частности, большое количество тяжелых металлов. Захоронившись в морских или континентальных осадках, эти глубинные компоненты могли стать источником аномальных концентраций ряда элементов, в том числе и иридия.

Правда, могут возразить, что содержание иридия в вулканических породах не превышает 0,5 нг/г, а в аномальных погра-

ничных слоях его содержится до 87 нг/г. Но не обязательно иридий накапливался в самих вулканических породах. В этой связи стоит вспомнить об извержении вулкана Килауза (о Гавайи) в 1983 г. Во время этого извержения в вулканических породах не отмечалось повышенных концентраций иридия, зато газообразные продукты извержения во много раз повысили содержание иридия в атмосфере над вулканом. Причина этого — выделение иридия из магмы в виде высоколетучего соединения  $\text{IrF}_6^1$ .

Таким образом, отсутствие повышенных концентраций иридия в вулканических породах еще ни о чем не говорит, поскольку эти породы «отработаны», т. е. в значительной мере лишены летучих компонентов и видоизменены по сравнению с исходной магмой. Следовательно, все, что вулкан вынес на поверхность, не обязательно должно войти в состав лав, а может аккумулироваться в морских и вулканоогенно-осадочных отложениях, синхронных извержению вулкана.

Сколько иридия «улетело» с вулканическими газами и каково соотношение вынесенного иридия и иридия, оставшегося в изверженных породах, пока не установлено. Однако можно предположить, что количество их соизмеримо. Основываясь на том, что в лавах вулкана Килауза во время извержения 1983 г. содержалось, согласно оценкам разных авторов, от 0,055 до 0,44 нг/г иридия, легко подсчитать, что 180—200 тыс. т этого металла (которые ориентировочно содержатся в аномально обогащенном иридием пограничном мел-палеогеновом слое) могли быть вынесены при извержении всего 0,15—1 млн км<sup>3</sup> базальтовых лав. Но возможно, что на самом деле в кульминационный период мел-палеогеновой вулканической активности объем лав был куда большим.

Если высказанное предположение верно, то в дальнейшем

<sup>3</sup> Фирсова Л. В., Журавлева В. К., Панычева В. А. Результаты анализов концентрации радиоуглерода в слоях древесины лиственницы из района Тунгусского падения. — В сб.: Метеоритные исследования в Сибири (75 лет Тунгусскому феномену). Новосибирск, 1984, с. 67.

<sup>1</sup> Zoller W. H., Parrington J. R., Phelan Kottara J. M. — *Scienza*, 1983, v. 222, № 4628, p. 1118.

будет обнаружено еще несколько аномально обогащенных иридием слоев осадков, отвечающих наиболее мощным в истории Земли паразизмам базальтового вулканизма.

Массовые базальтовые излияния, происходившие на обширных пространствах суши и на дне океанов, могли иметь непосредственное отношение и к другой группе природных событий конца мезозоя — резкому вымиранию многих господствовавших представителей мезозойской фауны. Дело в том, что интенсивная вулканическая деятельность должна была сопровождаться мощными и повсеместными тектоническими и геоморфологическими процессами, а также резким усилением дегазации земных недр. Одним из следствий этого явилась, вероятно, регрессия в конце мела мелководных теплых морей, занимавших ранее огромные площади. Гибель населявших эти моря известковых жгутиковых водорослей — кокколитофорид и простейших животных — фораминифер, поглощавших ранее значительную часть поступающей из земных недр углекислоты, могла привести, как предполагает К. Н. Несис, к парниковому эффекту и значительному повышению температуры воздуха и поверхностного слоя океанов. Это повышение должно было происходить даже при нормальном темпе вулканизма.

Совпадение же во времени интенсивной дегазации земных недр (как известно,  $\text{CO}_2$  — один из главных компонентов магматических газов) с гибелью части потребителей углекислоты могло бы еще больше усилить глобальный парниковый эффект. А за этим, безусловно, должно было последовать вымирание животных и растений, хуже приспособленных к резкому повышению температуры. Эту причину вымирания можно назвать термической.

Для животных, обитавших непосредственно в вулканических областях, значительную опасность представляли также твердые и жидкие вулканические продукты. При сильных извержениях лавы и грубообломочный пирокластический материал покрывали десятки и сотни квадратных километров, а

тонкий пепел выпадал на площади в десятки и сотни тысяч квадратных километров. Следует отметить особую опасность вулканического пепла, мельчайшие остроугольные частицы которого поедаются животными вместе с растительной пищей, травмируя их внутренние органы. Большое количество тончайшего пепла, который обычно поднимается при малейшем ветерке или просто при ходьбе, несомненно, попадало в дыхательные пути животных.

Достаточно показательна в этом отношении «недавняя» (35—45 тыс. лет назад) массовая гибель от засыпанного центральных районов Камчатки тонкого пепла таких крупных животных, как мамонт, бизон, шерстистый носорог. Многочисленные остатки этих животных постоянно вымываются р. Камчаткой из богатых пеплом отложений.

Кроме того, очень опасны для жизни газообразные и легко растворимые продукты извержений, которые, если судить по результатам изучения современного базальтового вулканизма, в больших количествах попадают в атмосферу и гидросферу. Например, в результате большого трещинного Толбачинского извержения 1975—1976 гг. на Камчатке, во время которого было извергнуто около 4 млрд т базальтов, концентрация опасных для жизни веществ в воздухе, поверхностных и подземных водах повысилась в десятки, сотни и даже тысячи раз<sup>2</sup>. Постоянно выпадали кислые дожди. В результате одного только этого извержения многие животные и растения исчезли на площади более 100 км<sup>2</sup>.

Еще опаснее по своим последствиям было трещинное извержение Лаки 1783 г. в Исландии. Лава этого извержения покрыла площадь 565 км<sup>2</sup>. В результате извержения на острове погибло 21,5 % населения, 50 % крупного рогатого скота, 76 % лошадей, 79 % овец. Главная причина их гибели — заражение воздуха и воды вредными веществами и выпадение пепла.

Что же касается базальтового вулканизма на рубеже мела и палеогена, то подобных и еще более сильных извержений тогда было так много и происходили они на столь обширных территориях, что опасность для животного мира была еще выше. В связи с высокой интенсивностью вулканизма опасная для живых организмов концентрация вредных веществ могла поддерживаться в вулканических районах на протяжении тысяч и десятков тысяч лет. Таким образом, вулканизм можно рассматривать как вполне реальную причину массового вымирания животных в конце мела — начале палеогена.

\* Несмотря на определенные достижения, исследования по проекту «Редкие события в геологии» находятся на самом начальном этапе. Пока не найдены убедительные доказательства того, что столкновения Земли с крупными космическими телами играли важную роль в развитии внешних оболочек нашей планеты и органического мира на протяжении всей геологической истории. Да и само существование периодичности массовых вымираний, строго говоря, еще не доказано. По этой причине перед палеонтологами, работающими в рамках проекта, стоит задача суммировать и проанализировать на принципиально новом уровне имеющиеся данные о геологическом распространении всех известных таксонов древних животных и растений. Геохимикам же предстоит выяснить основные закономерности распределения иридия в атмосфере, природных водах, вулканических газах, установить, как этот элемент ведет себя в осадочном процессе. Столь же сложные задачи стоят перед геологами и стратиграфами, петрографами и литологами, вулканологами и астрономами, входящими в состав рабочей группы проекта.

В настоящее время вопросов поставлено больше, чем получено ответов. Но только в процессе разрешения этого противоречия и рождаются новые научные представления.

Публикацию подготовила  
Л. Д. Майорова.

<sup>2</sup>Большое трещинное Толбачинское извержение. М., 1984.