

Оценка энергии, выделившейся в магматической провинции Декан в результате удара астероида в Мексиканский залив на К-Pg границе

Хазинс В.М., Шувалов В.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики геосфер Российской академии наук, Москва, Россия

e-mail: khazins@idg.chph.ras.ru

Согласно одной из гипотез [1] удар десятикилометрового тела в Мексиканский залив (кратер Чиксулуб) не является основной причиной массового вымирания на границе мелового и палеогенового (К-Pg) периодов. Однако удар может рассматриваться как спусковой механизм усиления вулканической активности в конце основной стадии извержений в магматической провинции Декан (Индия), отдаленной от кратера Чиксулуб примерно на 13000 км. В качестве механизма рассматривается выделение сейсмической энергии в области мантийного плюма. В соответствии с [1] для стимуляции вулканических процессов в магматической провинции объемная плотность энергии должна быть порядка 0.1-1.0 Дж/м³. Указанный диапазон энергий обосновывается как наблюдательными данными по извержению вулканов, инициированных землетрясениями, так и результатами 3-D численного моделирования сейсмических процессов, развивающихся при ударе десятикилометрового тела.

Для расширения представлений об энергетическом балансе в области распространения сейсмических возмущений мы предложили способ оценки объемной плотности энергии, вносимой источниками различной магнитуды на различных расстояниях. Метод оценки включает ряд формул, скомпилированных из различных литературных источников. Входным параметром является магнитуда, которая напрямую зависит от энергии сейсмического возмущения, т.е. необходимо определить коэффициент преобразования "к" кинетической энергии космического тела в сейсмическую (сейсмическая эффективность). Согласно недавним лабораторным исследованиям и теоретическим исследованиям авторов настоящей работы среднее значение "к" составляет 0.001. Теоретические оценки обоснованы численными расчетами распространения в грунте ударных волн, инициированных как ударом кратерообразующих космических тел, так и подземными взрывами. Было показано, что при определении сейсмического эффекта кратерообразующих ударов можно пользоваться оценками сейсмической эффективности, полученными при проведении подземных взрывов, уменьшая их в 3-5 раз. Для подземных взрывов сейсмическая эффективность определена с хорошей точностью и, практически, не зависит от энергии взрыва. Для взрыва в граните сейсмическая эффективность составляет (1-3)×0.01. С учетом состава грунта мы положили среднее значение "к" равным 0.001. При этом условии оценка объёмной плотности энергии, переносимой в результате формирования кратера Чиксулуб, приводит к значениям, попадающим в диапазон 0.1-1.0 Дж/м³ на расстояниях от 10000 км до 15000 км.

Однако проведенный нами анализ данных, использованных Richards M.A. et al. (2015), показывает, что только для умеренных магнитуд (меньше чем 6) плотность энергии в среднем попадает в диапазон 0.1-1.0 Дж/м³. Для магнитуд 7-8 плотность энергии, в среднем, на порядок выше. Если же воспользоваться нашей оценкой для магнитуд не превышающих 8, то все наблюдательные данные попадают в диапазон 10-100 Дж/м³. Ни оценки, ни расчеты не предсказывают столь высоких значений плотности энергии при ударе 10 км астероида на расстояниях, превышающих 10 000 км от точки удара.

Работа выполнена в рамках программы РАН (проект № 0146-2018-0005).

Литература: [1] Richards M.A. et al. 2015. GSA Bulletin 127(11-12): 1507-1520.