

МЕХАНИЗМ ГЕНЕРАЦИИ АВТОКОЛЕБАНИЙ ПРИ ЭКСПЛОЗИЯХ ВУЛКАНА КАРЫМСКОГО

А.В. Сторчеус, А.Ю. Озеров, П.П. Фирстов, А.Г. Маневич
Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Россия

Во время отдельных эксплозий вулкана Карымского происходит пульсирующее истечения пепло-газовой смеси из кратера длительностью до нескольких минут, которое сопровождается акустическими и сейсмическими сигналами с четко выраженной периодичностью 0.5-2.0 с. Для этого явления предложено несколько возможных моделей, нами рассматривается еще одна. Это указывает на то, что во время эксплозий иногда создаются условия для возникновения автоколебаний. В качестве автоколебательной системы предлагается рассмотреть следующие элементы:

1. генератор колебаний – верхняя часть магматической колоны, насыщенная газовыми пузырьками;
2. источник энергии – газ, содержащийся в пузырьках под избыточным давлением;
3. функции элемента, управляющего поступлением энергии в колебательную систему и
4. обратной связи между колебательной системой и управляющим элементом, совмещены в волне разрежения, возникающей при пульсирующем истечении в газовой полости, расположенной над магматической колонной.

Автоколебательный процесс происходит по следующей схеме. После разрушения пробки на дне кратера, состоящей из материала предшествующих эксплозий и «корки закаливания», давление в газовой полости падает и начинается процесс коалесценции газовых пузырьков в верхнем слое магматической колоны, что приводит к фрагментации (разрушению) верхнего слоя магмы. В результате давление в области газоотделения резко возрастает, вверх по газовой полости распространяется волна сжатия, которая в дисперсной среде может эволюционировать в ударную волну. После выхода ударной волны в атмосферу вниз по газовой полости распространяется волна разрежения, которая при достижении газонасыщенной магмы вновь вызывает процесс слияния газовых пузырьков в следующем слое магмы, и цикл повторяется. Волны разрежения в газовой полости играют роль внешней силы. Анализ спектров акустических и сейсмических сигналов показал, что автоколебания синхронизируются на втором обертоне внешней силы.

В первом приближении рассматриваемую модель процесса можно считать автоколебательной системой с одной степенью свободы, колебания в которой описываются дифференциальным уравнением Ван-дер-Поля. Следует отметить, что для работы предложенного механизма необходимо определенное состояние магмы в верхней части магматического канала, которое формируется в зависимости от соотношения таких параметров, как скорости подъема магмы, ее диффузионных характеристик, «скорости отвердевания», зависящей от содержания воды в магме.

Периодические пульсации давления в верхней части магматической колоны вызывают колебания в магме, насыщенной газовыми пузырьками, генерирующие в окружающей среде сейсмические волны с частотой, определяемой размерами генератора.