

Периодичности в динамике извержений вулканов Камчатки

Озеров А.Ю.

Институт вулканологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский.

Приоритетной задачей вулканологии является исследование динамических характеристик извержений. Это позволяет определить основные особенности эруптивных процессов и понять главные законы функционирования активных магматических систем.

Объекты и методика исследования. Проведено детальное изучение динамики извержений двух активнейших вулканов, существенно различающихся по составу продуктов, Ключевского (базальты) и Карымского (андезиты). Эти вулканы имеют значительные отличия и в характере эруптивной активности. Для вулкана Ключевской характерны продолжительное фонтанирование раскаленного магматического материала и относительно жидкие лавовые потоки. Извержения вулкана Карымский характеризуются отдельными взрывами и очень вязкими лавовыми потоками, временами отмечаются пирокластические потоки.

Исследование эруптивного процесса этих вулканов проводилось в трех направлениях: детальные визуальные наблюдения за динамикой извержений вулканов Ключевской (1983-84 гг.), Карымский (1996-2000 гг.); анализ исторических сведений о периодичностях в их деятельности; изучение сейсмологических и акустических данных, полученных во время извержений.

Использование указанного комплекса вулканолого-геофизических наблюдений дало возможность выделить периодичности разного уровня. Проведенные модельные построения позволяют привести первые данные о механизме эруптивных процессов этих вулканов.

Периодичности в динамике извержений вулкана Ключевской. С 1932 г. в работах вулканологов и географов можно найти указания на минутные, часовые и многочасовые периодичности в извержениях Ключевского вулкана. Они проявлялись в характере выброса бомб, фонтанирования лавы и парогазовых выделений. Систематизация и анализ этого материала позволил выделить 5 основных групп периодичностей: 1 – 22 мин.; 28-55 мин.; 1,5-7 ч.; 12 и 24 час.

Проведено исследование амплитуды вулканического дрожания, непрерывно регистрировавшегося в ходе извержений 1983 и 1984 гг. Выбранная методика измерений и обработки позволяла уверенно выделить периодичности в диапазоне частот от $5,6 \cdot 10^{-6}$ Гц (T_{\max} - 50 час.) до $2,5 \cdot 10^{-2}$ Гц (T_{\min} - 40 сек.). Анализ полученных данных дал возможность выделить в исходных рядах 47 пиков (частот). Этот набор сохраняется на протяжении 1 года и 7 месяцев (1983-84 гг.). Наблюдаемое изменение спектров во времени и резкое возбуждение тех или иных частот позволило сделать вывод, что спектры исходных рядов являются следствием резонансных процессов; соответственно, в полученном наборе частот можно выделить основные. Выделенные 5 основных частот представлены на рис. 1 (в скобках приведены соответствующие им периоды): $f_1=1,1 \times 10^{-2}$ Гц ($T_1=1$ мин 34с) (а); $f_2=2,5 \times 10^{-3}$ Гц ($T_2=6$ мин 34с) (б); $f_3=4,2 \times 10^{-4}$ Гц ($T_3=40$ мин) (в); $f_4=5,1 \times 10^{-5}$ Гц ($T_4=5$ ч 30мин) (г); $f_5=7,7 \times 10^{-6}$ Гц ($T_5=36$ ч) (д).

Сопоставление полученных результатов исследований вулканического дрожания 1983-84 гг. с выявленными периодичностями прошлых лет (1932-78 гг.) показывает, что четыре основных периода - T_1 - T_4 хорошо согласуются с 4-мя группами периодов, выделенных в историческом обзоре. 36-часовая периодичность (T_5) в извержениях прошлого не отмечалась. Следует заметить, что трудно ожидать выделение такой длительной периодичности по визуальным данным.

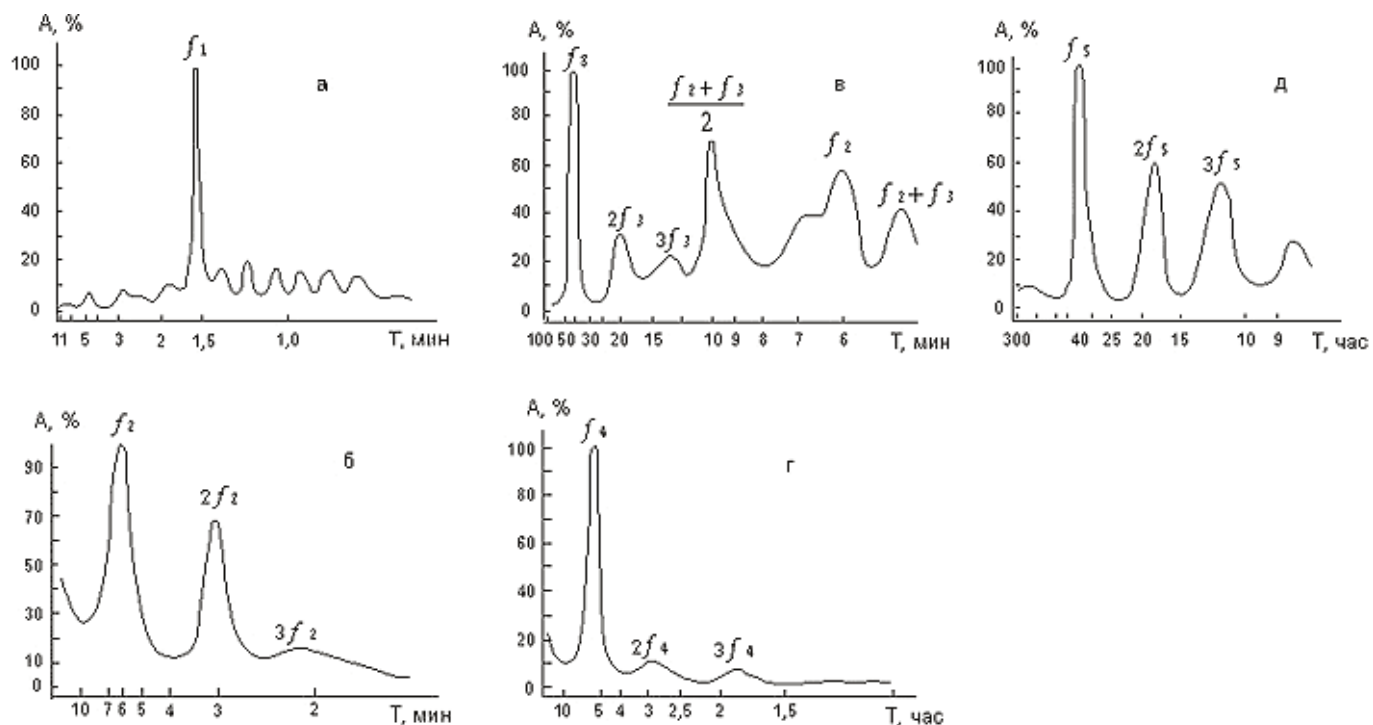


Рис. 1. Резонансные спектры огибающей вулканического дрожания для различных интервалов времени 1984 г.: 03 - 04 час 23 июня (а), 01 - 02 час 23 августа (б), 15 - 19 час 25 июня (в), 00 час 14 августа - 01 час 16 августа (г) и 19 июня - 2 июля (д)

Кроме периодов T_1 - T_5 , в составляющей вулканического дрожания основного ряда 1984 г., были выявлены 12- и 24-часовые периодичности, которые обусловлены лунно-солнечным приливным деформирующим процессом. Такие же периодичности отмечены и при анализе исторических извержений 1932-78 гг.

Периодичности в динамике извержений вулкана Карымский. Исследования динамики извержения 1996-2000 гг. показали, что важной чертой активности Карымского вулкана является существование двух уровней периодичности в динамике извержения:

1. Минутный, проявляющийся в ритмичном повторении отдельных взрывов (реально этот процесс квазипериодический);
2. Секундный, выражающийся в осцилляциях, возникающих непосредственно в ходе взрыва.

Первый (минутный) временной масштаб периодичности определяется взрывом и последующим интервалом тишины, который для различных уровней активности вулкана может изменяться от 3 до 30 минут, растягиваясь иногда на часы. Следует указать, что в отдельные моменты активности, когда количество взрывов в сутки практически постоянно, они следуют друг за другом с достаточно высокой степенью регулярности.

Второй, более короткий (секундный) временной масштаб периодичности (рис. 2)

определяется тем, что в ряде случаев во время продолжительных (более 20 секунд) взрывов интенсивность сейсмического, инфразвукового сигналов колеблется с типичным временем порядка одной секунды. Обычно такие цуги содержат 10-20 колебаний. Подобные сигналы, продуцирующиеся во время некоторых взрывов, сопровождаются ритмичным, хорошо слышимым звуком.

Следует указать, что описанные закономерности были отмечены и в предыдущих извержениях вулкана Карымский.

Механизм периодичностей вулкана Ключевской. Возможным объяснением периодичностей в эруптивной деятельности Ключевского вулкана является предположение о существовании собственных колебаний магмы (вязко-упругой жидкости) в выводном канале и магматических очагах, причем в этой системе при определенных условиях возбуждаются резонансные колебания выделенных пяти основных частот (рис.2). Инфразвуковой (вверху) и сейсмический (внизу) сигналы, получены на вулкане Карымском в 1997 г.

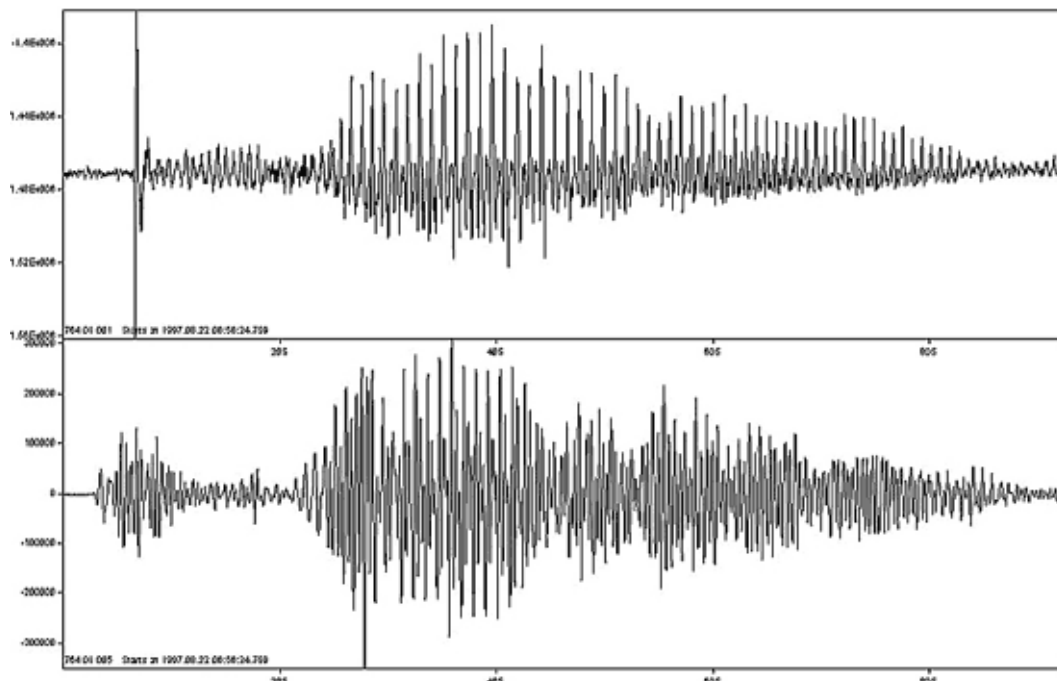


Рис.2 По вертикали отложена интенсивность сигналов, по горизонтали - время в секундах.

Значения этих частот, по-видимому, определяются геометрическими размерами резонаторов, составляющих вулканический аппарат, а также физическими характеристиками магмы и окружающих пород. При обсуждении возможных причин появления этих периодичностей предпочтение отдается процессам газоотделения в верхней части магматической колонны. Газоотделение существенным образом зависит от изменения давления. Последнее может быть вызвано либо колебанием магмы в питающей системе вулкана (система связанных резонаторов), либо волной, распространяющейся вдоль магматической колонны и образующейся за счет колебаний резонатора.

Влияние лунно-солнечных приливных процессов на динамику извержений Ключевского вулкана проявляется, по-видимому, в том, что приливные силы воздействуют на резервуар, заполненный магмой, сжимая и растягивая его; и как следствие уровень магмы в выводном канале совершает колебания с приливными частотами, соответствующими периодам 12 и 24 часов.

Механизм периодичностей Карымского вулкана. Проведенные эксперименты и математическое моделирование показывают, что характеризующийся двумя периодами процесс является следствием поступательного движения вязко-упругого магматического расплава вдоль стенок выводного канала. Первый, более длительный период (минутный) возникает в процессе накопления энергии в нижней части магматической колонны и последующей релаксации. Второй, секунднй, генерируется в результате чередования фаз прилипания и проскальзывания верхней части колонны непосредственно во время ее движения. Таким образом, движение магматической колонны в прикратерной части возбуждает два ярко-выраженных, отличающихся по частоте, физических явления.

Выводы 1. Доказано, что неотъемлемой частью эруптивного процесса являются периодические закономерности, которые проявляются на секундных, минутных и часовых уровнях. Выявленные периодичности устойчивы, они прослеживаются в динамике извержений десятки лет. Определенное воздействие на ход извержений оказывают лунно-солнечные приливы;

2. Четкие периодичности проявляются в процессе извержений вулканов различного состава. На вулканах Камчатки для базальтового магматизма характерны более длинные периоды - минутные и часовые, для андезитового – секундные, минутные;

3. Активные вулканы переизлучают поступающую в них энергию в определенном спектре частот, обусловленном устойчивыми динамическими параметрами магмоподводящих систем. Эта энергия реализуется в различных формах эруптивной деятельности, протекающих с различной периодичностью.

[Назад](#) | [Содержание](#) | [На первую](#) | [КНЦ](#) | [ИВиС](#)

Web-master webmaster@kscnet.ru
Copyright © 2001 ИВ ДВО РАН

