

Вулканизм как составная часть волнового планетарного геодинамического процесса

А.В. Викулин

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,
e-mail: vik@kscnet.ru*

Интерпретируются полученные нами ранее данные о миграции сейсмической и вулканической активности в тектонических поясах Земли. Показывается, во-первых, что вулканический и сейсмический процессы, протекающие в пределах сейсмических и вулканических поясов планеты, соответственно, могут являться волновыми проявлениями единого геодинамического процесса. Во-вторых, волновое взаимодействие магматических очагов вулканов, как между собой, так и с очагами тектонических землетрясений, может осуществляться только посредством окружающих их упругих полей, что, в принципе, противоречит существующим представлениям о магматическом очаге, как объеме, заполненном жидкой магмой.

Введение. Понятие о вулканизме как процессе планетарного масштаба связано, в основном, с гигантскими объемами изливавшейся в течение достаточно коротких отрезков времени на поверхность Земли жидкой лавы. Такие излияния приводили к образованию новых и значительному увеличению и протяженности, и мощности уже существующих геологических структур, формировавших как лик планеты, так и ее тектонику, к изменению общего характера движения всех структур планеты, в совокупности, относительно друг друга. Такие «вулканические» изменения в совокупности с изменениями другой природы (сейсмической, химической, тепловой, космической и др.) и сформировали современные геодинамические движения. Полученные в настоящее время данные и установленные на их основе закономерности распределения в пространстве и во времени действующих вулканов и их извержений позволяют планетарный характер вулканического процесса оценить с несколько иных позиций.

Миграция вулканической и сейсмической активности – закономерное распределение извержений вулканов и очагов тектонических землетрясений вдоль поясов (l) и во времени (t), как видно из данных на рис. 1, может быть описано простым линейным соотношением:

$$l_i = a + bt_i, \quad (1)$$

изучалась многими исследователями. Здесь l_i и t_i – координаты и времена извергавшихся вулканов и очагов землетрясений, соответственно, a и b – определяемые экспериментально параметры. В наиболее полном объеме такое исследование с использованием данных для трех самых активных поясов Земли было проведено в наших работах [6, 11], в которых содержатся, в том числе, и обзоры работ, выполненных другими исследователями.

Суммируя все данные, результаты работ по миграции сейсмической и вулканической активности в пределах трех основных тектонических поясов Земли представлены на рис. 2.

Аналитические выражения представленных на рис. 2 зависимостей скоростей миграции V от величин землетрясений (магнитуды M) и извержений вулканов (индекса эксплозивной активности W) записываются следующим образом:

$$M_{TO} \approx (7,6 \pm 1,0)LgV; M_{АГП} \approx (6,7 \pm 0,5)LgV; M_{САХ} \approx (-4,6 \pm 0,2)LgV \quad (2 \text{ а, б, в})$$

$$W_{TO} \approx (-3,1 \pm 0,6)LgV; W_{АГП} \approx (-3,9 \pm 1,0)LgV; W_{САХ} \approx (-0,8 \pm 0,2)LgV. \quad (2 \text{ г, д, е})$$

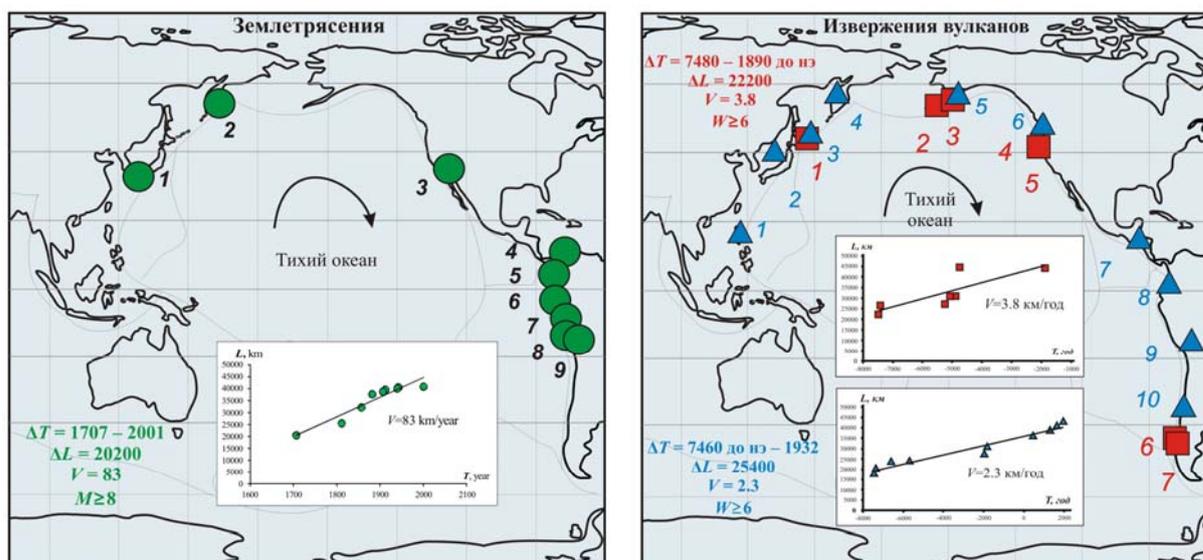


Рис. 1. Примеры цепочек землетрясений (а) и извержений вулканов (б). ΔT – временной интервал событий в цепочке в годах, ΔL – протяженность цепочки в км, V – скорость цепочки в км/год.

Волновая сущность процесса миграции вулканической и сейсмической активности видна из соотношения (1), согласно которому скорость миграции определяется физически очевидным соотношением $V = dl/dt = b$, где V – скорость миграции. Из данных, представленных на рис. 2, и из выражений (2) можно видеть, что волновые процессы миграции и вулканической и сейсмической активности имеют, по сути, одну и ту же природу. Более того, проведенные нами исследования показали, что для совокупностей и вулканических извержений, и очагов землетрясений, рассматриваемых по отдельности, выявляются общие «основной» $T_0 \approx 250$ лет и кратные ему «четные» $T_2 \approx 500$, $T_4 \approx 1000$ и $T_8 \approx 2000$ лет периоды [7].

Взаимосвязь вулканизма и сейсмичности. Приведенные выше данные позволили сформулировать вывод о том, что и вулканический, и сейсмический процессы, являясь взаимосвязанными процессами [1], по сути, представляют собой волновые проявления единого геодинамического планетарного процесса [8].

О природе магматического очага действующего вулкана. Единая природа – упругое поле, взаимосвязи как между очагами тектонических землетрясений и магматическими очагами вулканов, расположенных в пределах сейсмических и вулканических поясов, соответственно, так и между очагами тектонических землетрясений и магматическими очагами вулканов, расположенных в рядом расположенных поясах, накладывает вполне определенные условия на фазовое состояние вещества, слагающего магматический очаг действующего вулкана: как очаг землетрясения, так и магматический очаг вулкана не может быть заполнен жидкой магмой.

Согласно существующим представлениям [10], очаги, питающие извержения вулканов, заполнены магматическим расплавом со свойствами, характерными для жидкости. Такие магматические очаги, как уже неоднократно отмечалось [4, 5], не соответствуют (фактически, противоречат) имеющимся геофизическим данным, так как они «пропускают» сквозь себя поперечные сейсмические волны. Такие магматические очаги под действующими вулканами не могут соответствовать и описанным выше механизмам их взаимодействия, как между собой, так и с очагами тектонических землетрясений. Действительно, жидкость является, по сути, несжимаемой средой, в

которой накопить необходимые для такого взаимодействия упругие напряжения невозможно.

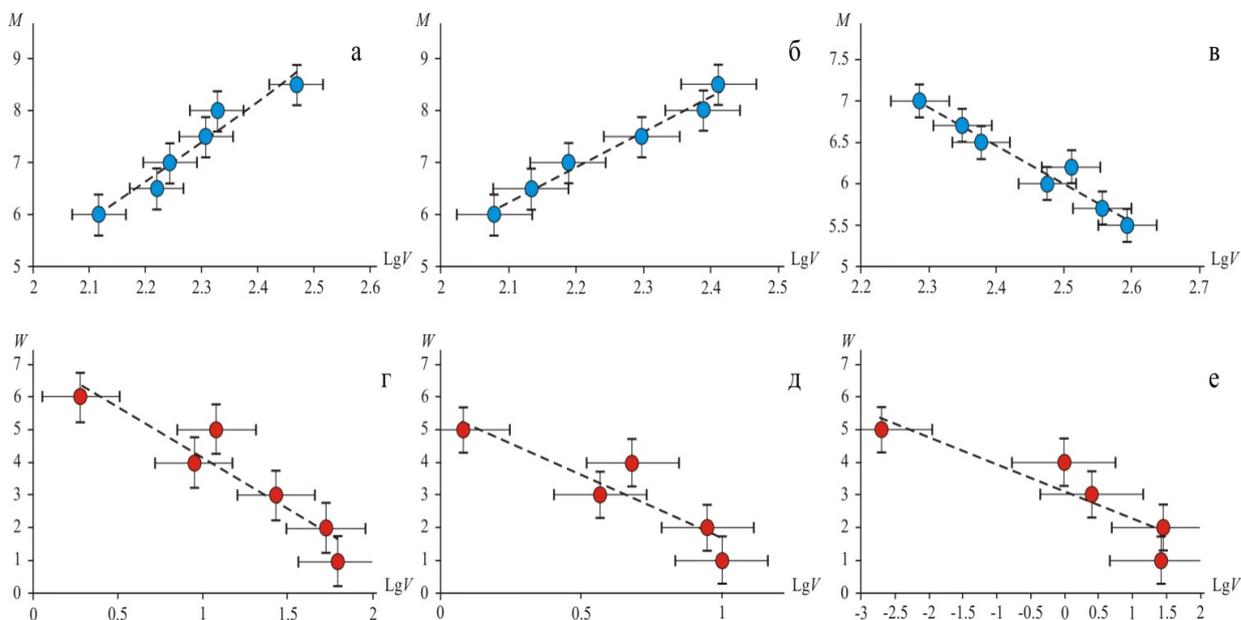


Рис. 2. Зависимости между энергетическими характеристиками M и W и скоростями миграции V очагов землетрясений (а, б, в) и вулканических извержений (г, д, е). а) и г) – для окраины Тихого океана (ТО); б) и д) – для Альпийско-Гималайского пояса (АГП); в) и е) – для Срединно-Атлантического хребта (САХ). Планками погрешностей отмечены величины среднеквадратических отклонений.

Была предложена и термодинамически обоснована модель вулканического магматического очага, вещество которого находится в «перегретом» (выше точки плавления) твердом состоянии [2-4, 9]. Такой «твердотельный» магматический очаг способен «пропускать» сквозь себя поперечные волны и накапливать упругие напряжения, достаточные для обеспечения упругого взаимодействия магматического очага вулкана, как с магматическими очагами других вулканов, так и с очагами тектонических землетрясений.

Список литературы

1. Акманова Д.Р., Долгая А.А. Взаимосвязь сейсмичности и вулканизма как проявлений волнового геодинамического процесса // Разломообразование в литосфере и сопутствующие процессы: тектонофизический анализ: Тезисы докладов Всероссийского совещания с участием приглашенных исследователей из других стран (11–16 августа 2014 г., г. Иркутск). Иркутск: ИЗК СО РАН, 2014. С. 78.
2. Викулин А.В., Акманова Д.Р. Магматический очаг как свойство земной коры // Вестник КРАУНЦ. Наука о Земле. 2014. № 1. Вып. 23. С. 213–230.
3. Викулин А.В., Иванчин А.Г. Вулканический процесс в блоковой геосреде // Литосфера. 2015. № 4. С. 5–13.
4. Викулин А.В., Иванчин А.Г. Новый взгляд на природу магматического очага // Система «Планета Земля». М.: ЛЕНАРД, 2015. С. 293–312.
5. Викулин А.В., Иванчин А.Г. Фазовый переход твердое тело – жидкость в блоковой геосреде как механизм извержения // Материалы региональной конференции «Вулканизм и связанные с ним процессы», посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2012. С. 107–111.

6. Викулин А.В., Мелекесцев И.В., Акманова Д.Р. и др. Информационно-вычислительная система моделирования сейсмического и вулканического процессов как основа изучения волновых геодинамических явлений // Вычислительные технологии. 2012. Т. 17. № 3. С. 34–54.
7. Долгая А.А., Викулин А.В., Герус А.И. О волновом геодинамическом (сейсмическом и вулканическом) процессе // Материалы региональной конференции «Вулканизм и связанные с ним процессы», посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2016. С. 190–197.
8. Долгая А.А., Викулин А.В., Герус А.И. Сейсмическая и вулканическая активность как проявления единого волнового геодинамического процесса // Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений: VII международная конференция, с. Паратунка, Камчатский край, 29 августа – 2 сентября 2016 г.: сб. докл. Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2016. С. 242-245.
9. Иванчин А.Г., Викулин А.В., Фадин В.В. Ротационная модель теплового разогрева и проблема вулканических очагов // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Петропавловск-Камчатский: КФ ГС РАН, 2011. С. 302–306.
10. Федотов С.А. Магматические питающие системы и механизм извержений вулканов. М.: Наука, 2006. 455 с.
11. *Vikulin A.V., Akmanova D.R., Vikulina S.A., Dolgaya A.A.* Migration of seismic and volcanic activity as display of wave geodynamic process // *Geodynamics & Tectonophysics*. 2012. V. 3. № 1. P. 1–18.