

СВЯЗЬ ВУЛКАНИЗМА С ЭВОЛЮЦИЕЙ МАНТИЙНЫХ ОЧАГОВ

Н.С. Жатнуев

Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, e-mail: zhat@gin.bsnet.ru

О глубинности областей выплавления магм существуют различные взгляды. До некоторых пор преобладало мнение о том, что источником мантийных магм является астеносфера. Однако со временем многие исследователи пришли к выводу, что мантийные источники магм формируются на существенно большей глубине.

Механизмы подъема магм обсуждались неоднократно, и по этой проблеме также нет устоявшегося мнения. Главной движущей силой признается гидростатика [Федотов, 2006]. По другим моделям магма движется к поверхности за счет зонной плавки [Магницкий, 2006] или, как следует из обзорной работы [Раст, 1972], за счет сил плавучести, роста давления при вскипании газов, тектонического давления и избыточного давления, возникающего при плавлении пород мантии и коры. В моделях, в которых за главную движущую силу принимается плавучесть (гидростатика), подразумевается, что среда представляет очень вязкую жидкость, в которой всплывает менее вязкая магма.

В данном случае автор обосновывает модель подъема магмы за счет гидростатических сил, но в пластичной твердой среде путем гидроразрыва (магморазрыва) вмещающих пород. Ранее была предложена модель движения трещин, заполненных флюидом, в пластичной твердой среде путем гидроразрыва за счет избыточного давления возникающего вследствие разности плотностей флюида и породы [Жатнуев, 2005]. По аналогии с этой работой, приняв за основу идею возникновения избыточного давления представленную в работе [Walker, 1989], автором здесь оценивается возможность подъема магм различной плотности из мантии с разной глубины. Также рассматриваются условия формирования промежуточных очагов магмы на прочностных барьерах, выделенных в работах [Иванов, 1990; Ranalli, Murphy, 1987].

Промежуточные магматические очаги – «магмоотстойники», расположены на сравнительно небольших глубинах [Федотов, 2006, стр. 105]. Их формирование объясняется большим избыточным давлением, которое раздвигает для магмы некоторое пространство. Автор здесь пытается объяснить это явление увеличением прочности вмещающих пород. Раналли и Мерфи в своей работе [Ranalli, Murphy, 1987] привели схематическую диаграмму показывающую изменение прочности пород в разрезе коры. В работе [Иванов, 1990] аналогичная диаграмма дана с численными значениями. Прочность пород в пределах хрупкой коры возрастает с глубиной и достигает значений около 150 МПа. Ниже, в зоне пластических деформаций, прочность резко падает до величины менее 50 МПа. Следующее возрастание прочности происходит на границе коры и мантии (до величины более 450 МПа), что возможно лишь в случае «сухой» мантии, а ниже границы Мохо прочность заметно понижается и не превышает величины 30 МПа.

Величина прочности пород может быть регулятором подъема магматических масс из мантии к поверхности. Избыточное давление в апикальной части камеры возрастает с увеличением вертикальной протяженности последней. Отсюда следует, что до определенной высоты оно не превышает прочности пород и магма может только накапливаться в очаге за счет плавления исходного субстрата. С течением времени высота очага может достичь критической величины, при которой давление возрастет выше прочности пород и произойдет «магморазрыв». Чем плотнее магма, тем большей должна быть высота очага, при которой давление в апикальной части превысит величину прочности вмещающих пород. При достижении критической высоты происходит «магморазрыв» (по аналогии с гидроразрывом) и формируется трещина, по которой расплав проникает в вышележащие породы. Как только расплав поднимается по трещине, высота колонны увеличивается и, соответственно, возрастает избыточное давление, которое продолжает наращивать трещину. Поскольку магморазрыв, в первую очередь происходит в зоне максимальных напряжений, т.е. в «голове» образовавшейся трещины, то возникает ускоряющийся саморазвивающийся процесс, который наращивает трещину главным образом по вертикали. Проникновение магмы и разработка стенок трещины формирует сравнительно изометричный в плане канал магмовода.

При большой глубине мантийного очага, практически любые магмы при плотностях ниже плотности вмещающих пород могут достичь поверхности, т.к. избыточные давления в

таких магматических колоннах далеко превышают прочности всех пород. В этом случае очень важным условием будет достаточная емкость первичного очага, подпитывающего такую протяженную магматическую колонну. Если емкости очага не хватит, то он может выродиться в протяженную по вертикали трещину и продолжать какое то время двигаться в виде трещины вверх, как это показано в работе [Жатнуев, 2005], либо остановиться, сформировав подобие дайки.

Предварительные выводы: 1 - глубина мантийных очагов, их вертикальная протяженность (отсюда и объем), а также и плотность магмы являются определяющими факторами для формирования вулканов и внутрикоровых интрузий; 2 - промежуточные магматические очаги вулканов и корово-мантийные интрузивные тела могут формироваться на прочностных барьерах, имеющих на границе упруго-пластического перехода и на мантийно-коровой границе.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиумов СО и ДВО РАН, проект № 117 (09-II-CO-08-006).

Список литературы

Иванов С.Н. Зоны пластичных и хрупких деформаций в разрезе литосферы // Геотектоника, 1990. № 2. С.3-13.

Жатнуев Н.С. Трещинные флюидные системы в области пластических деформаций // Доклады РАН, 2005. Т. 404. № 3. С. 380-384.

Магницкий В.А. Внутреннее строение и физика Земли // М.: Наука, 2006. 390 с.

Раст Н. Зарождение, подъем и становление магм // Механизм интрузий магмы, М.: Мир, 1972. с. 284-310.

Рингвуд А.Е. Состав и происхождение Земли // М.: Наука, 1981. 113 с.

Федотов С.А. Магматические питающие системы и механизм извержений вулканов // М.: Наука, 2006. 456 с.

Ranalli G., Murphy D.C. Rheological stratification of the lithosphere // Tectonophysics, 1987. V. 132. № 4. P. 281-295.

Walker G.P.L. Gravitational (density) control on volcanism, magma chambers and intrusions // Australian Journal of Earth Sciences, 1989. V. 36. P. 149-165.