

УДК 550.4+548.4

Особенности магматизма вулканов Уксичан и Ичинский (Камчатка)

Н.Л. Добрецов¹, В.А. Симонов², А.В. Котляров²¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия² Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия. kotlyarov@igm.nsc.ru**Ключевые слова:** Камчатка, вулканы, Уксичан, Ичинский, магматизм.

В данном сообщении приводятся результаты исследований магматизма вулканов Уксичан и Ичинский, выполненных с помощью анализа составов минералов и расплавных включений из эффузивов среднего и кислого составов.

Амфиболы были изучены в дацитах и латитах вулкана Уксичан, а также в дацитах и андезитах Ичинского вулкана. По своему составу амфиболы из дацитов обоих вулканов относятся к магнезиогорнблендитам и соответствуют амфиболам из пород известково-щелочных серий. В то же время амфиболы из андезитов и латитов являются магнезиогастингситами, располагаясь также в известково-щелочном поле.

Для расчета давлений и температур заключительных стадий магматических процессов применены минералогические барометры (Johnson, Rutherford, 1989; Schmidt, 1992; Yavuz, 2007) и термометры (Ridolfi, Renzulli, 2012) с использованием данных по составам амфиболов.

Были рассчитаны давления при формировании латитов и дацитов вулкана Уксичан, а также андезитов и дацитов Ичинского вулкана. Выяснено, что при максимальных давлениях (5,5-7,5 кбар) кристаллизуются амфиболы андезитов (Ичинский) и латитов (Уксичан). Минимальные давления (1-3,4 кбар) минералообразующих процессов характерны для амфиболов из дацитов обоих вулканов. Между этими основными группами, совпадающими с данными и по другим вулканам Камчатки, располагается промежуточная группа (3,5-5,2 кбар), включающая амфиболы из дацитов и андезитов (Рис. 1).

На основе представительных данных по составам амфиболов был проведен сравнительный анализ РТ параметров магматических систем вулканов Ичинский и Уксичан при подъеме магмы в верхние горизонты.

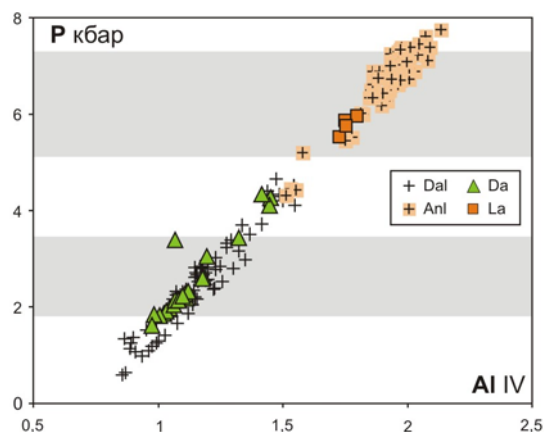


Рис. 1 – Соотношение параметров давления при кристаллизации амфиболов и содержания в них алюминия. Амфиболы из дацитов (Dal) и андезитов (Anl) вулкана Ичинский. Амфиболы из дацитов (Da) и латитов (La) вулкана Уксичан. Рисунок составлен на основе оригинальных данных с использованием информации по составам минералов из работ (Давыдова, 2014; Добрецов и др., 2016). Серым отмечены интервалы давлений для амфиболов из эффузивов влк. Безымянный, Камчатка (Turner et al., 2013).

На Рис. 2 хорошо видно, что для обоих вулканов выделяются три основных уровня кристаллизации минералов. Образование амфиболов из андезитов Ичинского вулкана начиналась на глубинах 22-18,5 км при температурах 980-930°C. На близких глубинах 18-16 км (но при заметно более высоких температурах - 1010-985°C) кристаллизовались амфиболы из латитов вулкана Уксичан. При подъеме на более высокий уровень (15,5-11 км) и при снижении температуры от 945°C до 880°C совместно кристаллизуются амфиболы из андезитов и дацитов обоих вулканов. На заключительной стадии (при снижении температур в диапазоне 900-810°C и в ходе подъема расплавов с 10 до 3 км) кристаллизовались исключительно амфиболы из дацитов обоих вулканов. Таким образом, для вулканов Ичинский и Уксичан устанавливаются общие геодинамические закономерности эволюции магматических систем среднего и кислого составов на их завершающей низкотемпературной стадии развития с формированием для обоих вулканов трех уровней кристаллизации в промежуточных камерах (Рис. 2).

Ранее для Ичинского вулкана нами также были выделены три промежуточные камеры на тех же глубинах, но определены более высокие температуры кристаллизации минералов (в основном плагиоклаза) – до 1225°C (Добрецов и др., 2016).

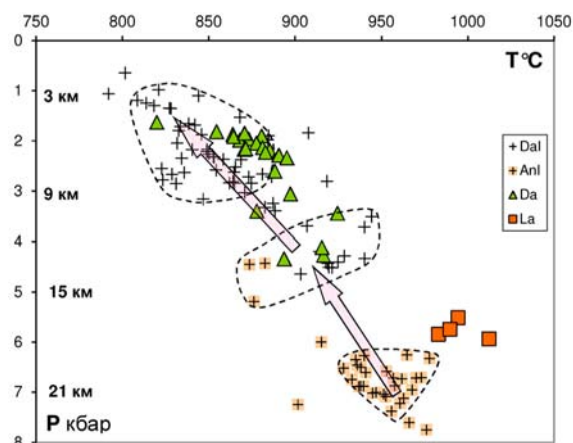


Рис. 2 – Кристаллизация амфиболов из эффузивов в промежуточных камерах вулканов Ичинский и Уксичан. Условные обозначения см. на Рис. 1.

При этом необходимо отметить, что при выяснении температурного режима в промежуточных камерах вулкана Ичинский при расчетах по программе PETROLOG (Danyushevsky, Plechov, 2011) на основе данных по расплавленным включениям определялись ликвидусные температуры, представляющие собой максимальные параметры, при которых начинали кристаллизоваться минералы из внутрикамерных расплавов. В то же время процессы кристаллизации в камерах должны продолжаться при снижении температур до близ солидусных. Расчетное моделирование по программе PLUTON (Лавренчук, 2004) (при давлениях 3,3 кбар и в присутствии воды 1 и 2 мас.%) показало, что из дацитовых и андезитовых расплавов при температурах 960-850°C кристаллизовался плагиоклаз, отвечающий по своему составу полевоому шпату из изученного образца дацита.

Таким образом, в результате расчетов на основе данных по составам минералов и расчетного моделирования с учетом информации по расплавленным включениям, мы имеем полное основание говорить о том, что на вулкане Ичинский формирование андезитов и дацитов происходило как минимум в трех промежуточных разноглубинных камерах, для каждой из которых существовал свой достаточно широкий интервал кристаллизации минералов, с падающими максимальными и минимальными значениями температур при подъеме на более высокие уровни: 1225°C → 930°C, 1205°C → 875°C, 1180°C → 810°C. Первыми при максимальных температурах кристаллизовались плагиоклазы. Плагиоклазы продолжали

кристаллизоваться в широком диапазоне температур (в верхней камере от 1100°C до 850°C). Завершаются кристаллизационные процессы формированием амфиболов при снижении температур до 800°C.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ИГМ СО РАН (проект № 0330-2016-0014).

Список литературы

- Давыдова М.Ю. (2014) Происхождение и эволюция магм вулканического центра Уксичан (Срединный хребет Камчатки). Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Владивосток. ТИГ ДВО РАН. 195 с.
- Добрецов Н.Л., Симонов В.А., Котляров А.В., Кулаков Р.Ю., Карманов Н.С. (2016) Физико-химические параметры кристаллизации расплавов в промежуточных надсубдукционных камерах (на примере вулканов Толбачинский и Ичинский, Камчатка). Геология и геофизика. Том 57 № 7. С. 1265-1291. <http://dx.doi.org/10.15372/GiG20160701>.
- Лавренчук А.В. (2004) Программа для расчета внутрикамерной дифференциации основной магмы «PLUTON». Вторая Сибирская междунар. конф. молодых ученых по наукам о Земле. Новосибирск. С. 105-106.
- Danyushevsky L.V., Plechov P.Yu. (2011) Petrolog 3: Integrated software for modeling crystallization processes. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 29 July 2011. Vol. 12. №7. Q07021. DOI:10.1029/2011GC003516.
- Johnson M.C., Rutherford M.J. (1989) Experimental calibration of the aluminium-in-hornblende geobarometer with application to Long Valley caldera (California) volcanic rocks. *Geology*. Vol. 17. P. 837 – 841.
- Ridolfi F., Renzulli A. (2012) Calcic amphiboles in calc-alkaline and alkaline magmas: thermobarometric and chemometric empirical equations valid up to 1130°C and 2.2 GPa. *Contrib. Mineral. Petrol.* Vol. 163. P. 877 – 895.
- Schmidt M.W. (1992) Amphibole composition as a function of pressure: an experimental calibration of the Al-in-hornblende barometer. *Contrib. Mineral. Petrol.* Vol. 110. P. 304 – 310.
- Turner S.J., Izbekov P., Charles Langmuir C. (2013) The magma plumbing system of Bezymianny Volcano: Insights from a 54 year time series of trace element whole-rock geochemistry and amphibole compositions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. Vol. 263. P. 108 – 121. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2012.12.014>.
- Yavuz F. (2007) WinAmphcal: A Windows program for the IMA-04 amphibole classification. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. Vol. 8. N. 1. Q01004. DOI:10.1029/2006GC001391.