

УДК 550.42+550.89+551.21+552.3+552.112+553.212+546.212+549.691

ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ БАЗАЛЬТОИДНЫХ МАГМ В ГЛУБИННЫХ УСЛОВИЯХ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМАМИ ОБРАЗОВАНИЯ ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ АССОЦИАЦИЙ И ИХ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ РУДОНОСНОСТИ

Ю.А.Полтавец

Институт геологии и геохимии УрО РАН

Вестник ОГГГГН РАН № 2(12) 2000, т. 2

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/2-2000/empg_99/magm_8.htm#begin

© 2000 ОИФЗ РАН, ОГГГГН РАН

Во многих рудных районах Урала, Сибири, Казахстана и др. в пределах отдельных геологических структур наблюдается тесная пространственно-временная связь между определенными породами эффузивной и субвулканической серий и ассоциирующими с ними интрузивными массивами. Близкий химический состав этих пород и их сопряженность в пространстве и времени послужили в свое время веским основанием для

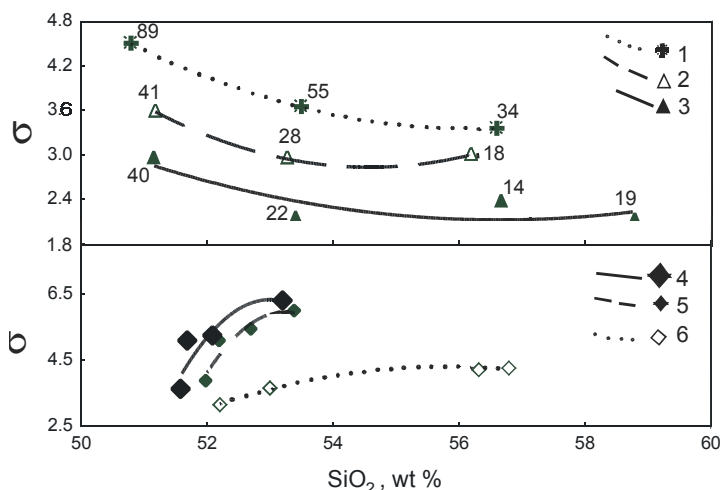


Рис.1. Соотношение индекса серийной щелочности $\sigma = (Na_2O+K_2O)^2 / (SiO_2 - 43)$ и SiO_2 (мас.%).

Вверху - в породах раннекаменноугольного возраста ($C_1V_2.s$) Валерьяновского вулканоплутонического пояса (северная часть Тюменско-Кустанайского прогиба, Среднее Зауралье): 1- породы эффузивной серии, 2- субвулканической и 3- породы интрузивной серии; цифры - число анализов; внизу - в остаточных расплавах при фракционной кристаллизации базальтоидного расплава при разных давлениях (P_s): 4- 15 кбар., 5- 10 кбар., 6- 1 ат. Построена по данным [5].

Отнесения таких ассоциаций к вулканоплутонической формации. С такими формациями нередко ассоциируют железорудные месторождения скарнового типа [1,2 и др.].

При детальном исследовании железосодержащих вулканоплутонических ассоциаций на Урале было показано, что несмотря на близость химического и петрографического состава пород комагматичных вулканогенно-интрузивных комплексов (эффузивов, субвулкаников и плутонитов), наблюдаются и довольно четкие тонкие различия между ними, которые обычно ускользают от внимания исследователей при общем петрологическом анализе. Эти различия заключаются преимущественно в обогащении пород вулканической

серии глиноземом и щелочами, а интрузивных пород - соответственно титаном, кальцием, магнием и нередко железом [2]. Они хорошо просматриваются также при сравнении на соответствующих

диаграммах серийного индекса А. Ритмана - $\Sigma = (Na_2O+K_2O)^2 / (SiO_2 - 43)$ [3] для каждой из серий пород (рис.1).

Здесь же для сравнения по данным [5] приведены вычисленные величины серийного индекса для остаточных расплавов, образующихся при фракционной кристаллизации базальтовых расплавов. Из диаграммы отчетливо виден различный характер изменения серийного индекса А.Ритмана в природных и экспериментальных сериях: если для первых с увеличением кремнеземистости пород значения индекса σ падают, то для вторых, наоборот, возрастают; причем чем больше давление, тем больше значения σ при одинаковой кремнекислотности остаточного расплава.

Выявленные тренды пород эффузивной, субвулканической и интрузивной серий, то есть пород, принадлежащих к различным фациям глубинности, могли быть обусловлены действием механизма фракционной кристаллизации и аккумуляцией сокристаллизующихся фаз. Если исходить из постулата единой исходной магмы и индекса σ , отражающего направление эволюции при фракционной кристаллизации, то, как видно из рис.1, члены природных магматических серий (от основных к кислым породам) не являются продуктами изобарической кристаллизации одного и того же магматического расплава. Их образование, скорее всего, следует связывать с формированием разных, находящихся на разных глубинах промежуточных магматических очагов, последовательно формирующихся в процессе подъема магматических расплавов с мантийных глубин на верхние горизонты земной коры.

Уменьшение величины σ в однотипных породах разных фаций глубинности (базальт-габбро, андезит-диорит и т.д) от эффузивных к более глубинным аналогам, вероятнее всего, связано с обогащением наиболее ранних порций магматического расплава щелочами, обусловленным вертикальной расслоенностью периферических флюидно-магматических очагов. Поэтому расплав, извергшийся первым в виде лавовых образований из верхней части такой магматической камеры, должен характеризоваться большей лейкократовостью и щелочностью. Последующие внедрения порций расплава из более глубоких частей камеры являются более фемическими; они образуют на разных уровнях внедрения при последующей кристаллизации субвулканисты и интрузивные тела.

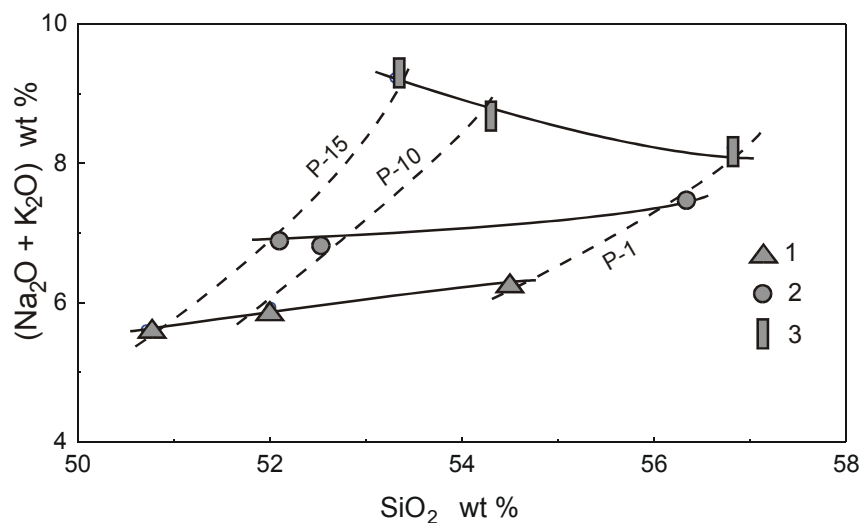


Рис. 2. Соотношение (Na₂O+K₂O) и SiO₂ (мас.%) в остаточных расплавах при появлении рудной фазы в составе ликвидусных ассоциаций при кристаллизационной дифференциации базальтового расплава в сухих (безводных) условиях при давлениях 1атм, 10 и 15 кбар.

1-3 -расплавы низко- нормально - и высокощелочной щелочности соответственно. Диаграмма построена по данным [5].

Анализ экспериментальных данных [4 ,5, 6] свидетельствует также о различном влиянии давления на время появления рудной фазы в процессе кристаллизации базальтовой магмы и степень продвинутой процесса дифференциации (рис.2).

При малом давлении (P ≅ 1ат), в условиях субвулканической и гипабиссальной фаций глубинности фракционная кристаллизация в периферических очагах должна приводить к формированию относительно дифференцированных серий вплоть до образования пород преимущественно среднего состава. При более же высоких давлениях (P = 10-15кбар), то есть в глубинных условиях, фракционирование Fe-Mg минералов в промежуточных очагах, вероятнее всего, будет способствовать формированию субщелочных магм с повышенными содержаниями железа и сопутствующего титана и более раннему появлению рудных фаз (титаномагнетита и ильменита) в составе ликвидусных ассоциаций при меньшей степени дифференцированности расплава. Так, при эволюции базальтовых расплавов с широко варьирующими содержаниями TiO₂ (1-4%), FeO (8-16%) и MgO (5-8%) в глубинных условиях (P =10 кбар и более) рудная фаза появляется при содержании >>5% MgO в остаточном расплаве, тогда как в приповерхностных или субвулканических условиях (P ≅ 1ат) рудная фаза появляется при более или менее продвинутой дифференциации и содержании MgO до ≤ 4% при широких вариациях фугитивности кислорода (рис.3).

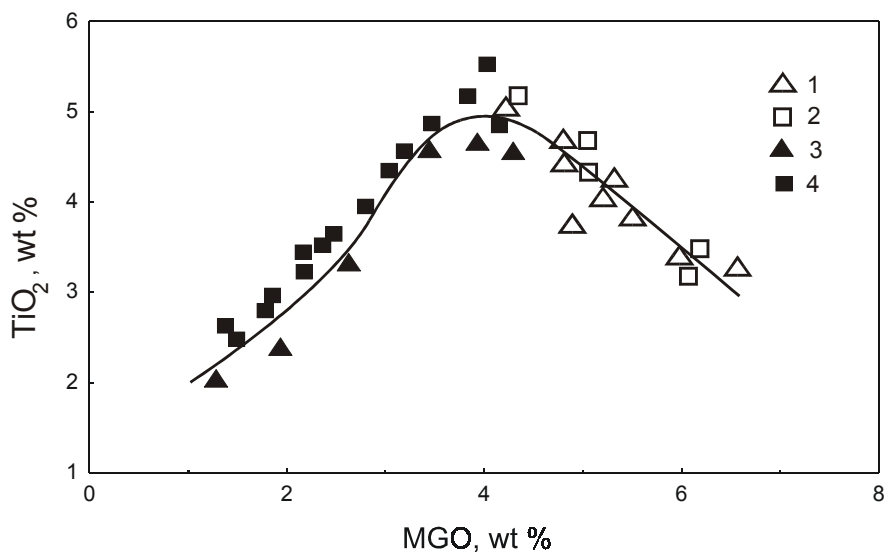


Рис. 3. Соотношение TiO_2 и MgO (мас.%) в остаточных расплавах при кристаллизационной дифференциации базальтовых расплавов при различных окислительно-восстановительных режимах. Диаграмма построена по данным [6].

1-4 – составы ликвидусных фаз: 1,2 – безрудные ассоциации - $(Ol+cPx+Pl)$; 3,4 – рудные ассоциации - $(Ol+cPx+Pl+Il \pm Mt)$. Треугольным знаком показано фракционирование минеральных ассоциаций в “окислительных” условиях при $\Delta FMQ = 0$ и +1, квадратным знаком – в “восстановительных” условиях при $\Delta FMQ = -1$ и -2, где $\Delta FMQ = \text{Log } fO_2^{\text{эксп}} - \text{Log } fO_2^{\text{буфер}}$, (F - фаялит, M - магнетит, Q - кварц), а Ol - оливин, cPx - клинопироксен, Pl - плагиоклаз, Il - ильменит, Mt - магнетит (титаномангнетит).

Указанные особенности хорошо объясняют появление в отдельных крупных рудных полях со скарново-магнетитовым оруденением рудного габбро вплоть до промышленных содержаний в нем магнетитовых руд (Алешинское, Давыдовское в Южном Зауралье, Малый Куйбас на Южном Урале).

Таким образом, существующие петрохимические особенности продуктивных вулcano-плутонических комплексов, с которыми пространственно и генетически связаны железорудные месторождения скарнового типа на Урале, обуславливаются, на наш взгляд, действием механизмов фракционной кристаллизации и флюидно-магматического расслаивания, роль которых существенно различна и зависит от условий становления промежуточных и периферических очагов в земной коре.

Литература

1. Дымкин А.М., Полтавец Ю.А. Петрогеохимические особенности железосодержащих вулcano-плутонических ассоциаций Урала // Кристаллическая кора в пространстве и времени. Докл. сов. геологов на XXVIII сес. Межд. геол. конгресса. М.: Наука, 1989, с.55-68
2. Полтавец Ю.А. Скарново-магнетитовое оруденение Урала и связь его с вулcano-плутоническим магматизмом. Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук. Свердловск, 1991. 50с.
3. Ритман А. Вулканы и их деятельность. М.: Мир, 1964. 440с.
4. Кадик А.А., Луканин О.А., Лапин И.В. Физико-химические условия эволюции базальтовых магм в приповерхностных очагах. М.: Наука, 1990. 346с.
5. Meen James K. Elevation of potassium content of basaltic magma by fractional crystallization: the effect of pressure // Contrib., Miner. Petrol. 1990. Vol.104, N3. P.309-331.
6. Toplis M.J., Carroll M.R. An experimental study of the influence of oxygen fugacity on Fe-Ti oxide stability, phase relations and mineral-melt equilibria in ferro-basaltic systems // J. Petrology. 1995. Vol. 36, N 5. P.1137-1170.