

**ЭКСТЕНСИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ФОРМИРОВАНИЯ
ОЛОВО-ВОЛЬФРАМОСНЫХ ЛЕЙКОГРАНИТОВ
АЛЯСКИТОВОГО ШТОКА (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)****Зайцев А.И., Бахарев А.Г.***Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск,**a.i.zaitsev@diamond.ysn.ru*

Одной из важных проблем петрологии гранитов является выявления их связи с оруденением, причины этой связи и установления критериев и параметров их рудоносности. Идеальным решением этой задачи является сравнение основных характеристик становления рудоносных и не рудоносных плутонов единой формационной принадлежности в пределах единого района. На наш взгляд важными параметрами формирования магматических тел являются экстенсивные параметры (T , P , fO_2 , содержание H_2O и летучих в магме) и их эволюция в процессе становления магматической системы. На примере штока Аляскитового, вмещающего олово-вольфрамовое месторождение, нами рассмотрены основные экстенсивные параметры их формирования и их эволюция, приводящая к формированию рудных проявлений. Шток Аляскитовый (0,6 км²) в составе Нера-Омчукского антиклинория расположен на левобережье рч. Эльга (левый приток р. Индигирки). Шток сложен крупно- и среднезернистыми, участками мелкозернистыми порфировидными двуслюдяными лейкогранитами. Апикальные и краевые части штока представлены интенсивно грейзенизированными породами. В штоке наблюдаются редкие дайки мелкозернистых лейкогранитов, аплитовидных гранитов и жилы аплитов. Rb-Sr изохронный возраст лейкогранитов штока равен 98 млн. лет ($I_0 = 0.7099$). На петрохимических диаграммах экспериментальных расплавов [5] установлено, что протолитами для гранитной магмы штока являлись пелиты и метаграувакки. Sm-Nd модельный возраст протолита гранитов равен 1248 млн. лет с величиной $\epsilon(Nd) = -3.99$ указывающей на их коровый генезис.

Температуры генерации расплава по петрохимическим эмпирическим геотермометрам составляют 862-908°C. Такие температуры расплава вполне достаточны для растворения акцессорных минералов протолита и полного перехода их элементов в расплав и обуславливает насыщение кристаллизующихся пород при определенных температурах. Использование термометров насыщения Ti [1], PЗЭ [3] и Zr [8] показывают, что наиболее ранними образуются титансодержащие фазы – 803-781°C, затем фазы содержащие PЗЭ – 777-686°C и цирконий (646-644°C). Формирование порообразующих минералов происходит в широком интервале температур. Используя температурную зависимость содержания анортита в плагиоклазе [6] позволило дать оценку температуры кристаллизации различных зон минерала. Температура кристаллизации их ядра (20-27% An) составляет 780-700°C, а средних (15-18% An) и периферических (5-8% An) зон – 660-650°C и ниже 600°C, соответственно. Кристаллизация биотита (Ti-биотитовый геотермометр) начинается после роста ядер плагиоклаза, но до образования промежуточных зон, при температуре 691-693°C. Температуры кристаллизации периферических зон плагиоклаза оцененные по когерентному двуполевошпатовому термометру [9] составляют 582-634°C и характеризуют температурную эволюцию расплава и частично обусловлены их постсолидным перераспределением. Разброс значений температур определенных по альбитовому, ортоклазовому и анортитовому термометрам в пределах когерентных двуполевошпатовых моделей свидетельствует о неравновесных условиях формирования полевых шпатов в процессе эволюции магмы. Температуры формирования мусковитов лежат в интервале значений полученных для полевых шпатов (638-573°C). Давление кристаллизации гранитов (Al-биотитовый барометр [7] в среднем отвечает 3,14±0.26 кбар.

Оценка парциального давления кислорода (fO_2) производилась по биотиту [10] и породе [2]. Совместное решение данных по биотиту и породе в образце дает оценку первичной температуры кристаллизации биотита и fO_2 на момент образования минерала (658°C, $\log fO_2 = -19.96$, $\Delta Ni-NiO = -2.54$). В процессе эволюции гранитного расплава штока намечается тенденция изменения fugitivity кислорода от более восстановительных (крупнозернистые порфировидные граниты – $\Delta Ni-NiO = -2.54$) до более окислительных условий (аплиты – $\Delta Ni-NiO = -0,41$, пегматиты – $\Delta Ni-NiO = -0,11$). Грейзены формируются в условиях гематит-магнетитового буфера ($\Delta Ni-NiO = +2,73$).

По составу слюд гранитов штока нами были оценены значения фугитивности фтора (f_{HF} , $f_{\text{H}_2\text{O}}$) и соотношение $f_{\text{HF}}/f_{\text{H}_2\text{O}}$ в газовой фазе над расплавом, и величина параметра $IV(F)$, характеризующего степень обогащения системы фтором. С учетом экспериментальных данных и минерального состава пород показано, что первичное содержание фтора в гранитном расплаве не превышало 1,13% и в процессе его эволюции увеличивалось до 2,5%. Отсутствие корреляции между значениями $\text{Log}(XF/XOH)$ и $Mg\#$ свидетельствует о неравновесных и различных условиях формирования слюд при значительной роли флюида. Установлено, что с понижением температуры фугитивность воды относительно фтора увеличивается. Значения параметра $IV(F)$ для слюд (0.66-1.19) лежат в поле величин характерных для гранитоидов с олово-вольфрам рудопроявлениями. Расчеты $f_{\text{H}_2\text{O}}$ в биотитах при температурах их формирования дают значения 171-1513 бар, что соответствует содержанию воды в расплаве от 5,1 до 4,8 вес. % [4] и отвечают порядку кристаллизации минералов в изученных гранитах. Относительно длительный температурный интервал становления магмы свидетельствует о слабой первичной насыщенностью его водой [7]. Предполагается, что содержание воды в исходном расплаве увеличивалось при его температурной эволюции.

Полученные данные показывают, что важными критериями рудоносности гранитов лейкокатовой формации являются длительность температурного режима становления гранитов и характер направленности эволюции флюидного режима, окислительно-восстановительного режима их формирования. Образование олововольфрамных рудопроявлений в пределах штока Аляскитового обусловлено длительностью температурной эволюцией гранитного расплава. В процессе его эволюции в нем повышается содержания воды, фтора и окислительные условия. Прогрессивная кристаллизация магмы продуцировала насыщение водой и летучими компонентами контактовых и купольных частей магматической камеры. Увеличение воды в расплаве привело к снижению ее вязкости и быстрому подъему и кристаллизации. При этом происходит возникновение суперкритического флюида, широкое проявлений постсолидусных преобразований минералов и при охлаждении ниже критических P-T условий – формирование гидротермальных растворов с образованием в пределах штока олово-вольфрамных рудопроявлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Hayden L.A., Watson E.B.* Rutile saturation in hydrous siliceous melts and its bearing on Ti-thermometry of quartz and zircon // *EPSL*. 2007. V. 258. № 3-4. P. 561-568.
2. *Jayasuriya K.D., O'Neil H.S.C., Berry A.J., Campbell S.J.* A Mössbauer study of the oxidation state of Fe in silicate melts // *American Mineralogist*. 2004. V. 89. P. 1597-1609.
3. *Montel J.M.* A model for monazite/melt equilibrium and application to the generation of granitic magmas // *Chem. Geol.* 1993. V. 110. P. 127-146.
4. *Moore G., Venneman T., Carmichael I.S.E.* An empirical model for the solubility of H_2O in magmas to 3 kilobars // *Am. Mineral.* 1998, V. 83, P. 36-42.
5. *Patino Douce A.E.* What do experiments tell us about the relative contributions of crust and mantle to the origin of granitic magma // *Understanding Granites: Integrating New and Classical Techniques*. Geol. Soc. of London, Special Publication. 1999. V. 168. P. 55-75.
6. *Scaillet B., Pichavant M., Roux J.* Experimental crystallization of leucogranite magmas // *J. Petrology*. 1995. V. 36. P. 663-705.
7. *Uchida E., Endo S., Makino M.* Relationship between solidification depth granitic rock and formation of hydrothermal ore Deposits // *Resource Geology*. 2007. V. 57. P. 47-56.
8. *Watson E. B., Harrison T.M.* Zircon saturation revisited: temperature and composition effects in a variety of crustal magma type // *EPSL*. 1983. V. 64. P. 295-304.
9. *Wen S.H., Nekvasil H.* An interactive gravics program package for calculating the ternary feldspare solivus and two-feldspar geothermometry // *Computer and Geosciences*. 1994. V. 20. № 6.
10. *Wones D.R.* Mafies silicates as indicators of intrusive variably in granitic magmas // *Min. Geology*. 1981. V. 31. P. 191-212.