

Литература

1. *Naldrett, A.J.* Magmatic sulfide deposits. Oxford. U.K. Clarendon press. 1989. 186 p.
2. *Condie, K.C.* Mantle plumes and their record in Earth history. Cambridge. Cambridge University Press. U.K. 2001. 306 p.
3. *Вревский А.Б. и др.* //Петрология. 2003.Т. 11. № 6.С. 587-617.
4. *De Waal, S.A.* In: Mineral deposits of Southern Africa. Geol. Soc. of South Africa. Johannesburg. 1986. P. 287-291.
5. *Arndt N.T., Ginibre C., Albarede F., Cheabille M., Herzberg C., Jenner G., Lahaye Y.* // Geology. 1998. V. 26. P. 739-742.
6. *Вревский А.Б.* //Геология рудных месторождений. 1991, N 1, том 3, с.23-32
7. *Турченко С.И.* Металлогения тектонических структур палеопротерозоя. СПб. Наука. 2007. 175 с.
8. *Sproule R.A., Leshner L.M., Ayer J.A., Thurston P.C., Harzberg C.T.* // Precambrian Research. 2002. V. 115. P. 153-186.
9. *Nesbit R.W., Sun S-S., Purvis A.C.* // Canadian mineralogist. 1979. V. 17. p. 165-186.
10. *Herzberg C.* // Journ. of geophysical research. 1992. V. 97. P. 4521-4540.
11. *Tomilinson K.Y., Hughes D.J., Thurston P.C., Hal R.P.* // Lithos. 1999. V. 46. P. 103-136.
12. *Mavrogenes J.A., O'Neill H. St. C.* // Geochemica et Cosmochimica Acta. 1999. V. 65. P. 1175-1180.
13. *Mungall J.E.* //J. Petrology. 2002. V43.N5. P.749-768.
14. *Strauss H.* //Precambrian Research. 2003. V.126. P.349–361.

**Метаморфический контроль рудных месторождений
(на основе новой карты метаморфизма Карело-Кольского региона)**

Глебовицкий В.А., Бушмин С.А.

Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, г. Санкт-Петербург,
e-mail: vg@vg1404.spb.edu

В 2008 году была завершена работа по составлению новой карты метаморфизма фундамента Восточно-Европейской платформы масштаба 1:1000000 по проекту МПР. Исследования курировались Воронежским университетом (рук. профессор К.А.Савко). Карта метаморфизма Карело-Кольского региона составлена авторами этого сообщения. В основу легенды положена количественно откалиброванная схема минеральных фаций метаморфических пород, специально созданная для работы над картой (Бушмин, Глебовицкий, 2008). В качестве геологической основы была принята последняя карта Фенноскандинавского щита, выполненная в цифровом варианте в том же масштабе международной группой скандинавских геологов.

В связи с работой над картой метаморфизма создавалась и продолжает создаваться база данных по всем видам рудных месторождений и рудопроявлений с особым вниманием к стратегическим видам (золото, платиноиды, уран и др.). Использование ГИС-технологий позволяет уже на стадии составления карты выявлять и анализировать закономерности пространственной и временной связи рудообразования и метаморфизма.

Учитывая существующие в настоящее время геодинамические реконструкции для неархейского и палеопротерозойских периодов эволюции региона, установлены связи термодинамических режимов метаморфизма с процессами субдукции и коллизии типов «островная дуга – край древнего континента» и «континент-континент». На примере Свекофеннского орогена, Лапландского гранулитового пояса и неархейского Беломорского пояса показано, что с островодужными (над-субдукционными) магматическими процессами связано появление положительных термических аномалий, выражающихся в метаморфизме гранулитовой фации умеренных или пониженных давлений. Все или большая часть месторождений и рудопроявлений полиметаллов, золота и других видов минерального сырья располагается на периферии этих термальных структур, в зонах относительно низкотемпературного метаморфизма. Эта хорошо и давно известная закономерность помогает понять механизмы формирования месторождений метаморфогенного типа.

Значительную роль в распределении месторождений и рудопроявлений играют зоны сдвиговых деформаций, что наиболее ярко проявлено на коллизионных стадиях развития орогенов. Эти зоны являются проводниками флюидных потоков, взаимодействие которых с метаморфизирующимися толщами приводит к формированию сопряженных кислотных, основных и щелочных метасоматитов, которые могут классифицироваться по РТ параметрам процессов и по условиям кислотности-щелочности. В области высоких температур и давлений формируются специфические кислотные ортопироксен-силлиманитовые метасоматиты. При умеренных температурах в зависимости от глубинности процессов могут формироваться кислотные метасоматиты – андалузитовые, кианитовые и силлиманитовые вторичные кварциты и основные метасоматиты – кордиеритовые, кордиерит-жедритовые, гранатовые, гранат-жедрит-кианитовые и др. При низких температурах возникают пропилиты, березиты и листвиниты в зависимости от того, по каким породам они развиваются. Максимально интересными для металлогенического анализа имеют метасоматиты средне-, а особенно низкотемпературных зон, так как с ними связаны появления полиметаллов, серебра и в ряде случаев золота (а также молибдена и вольфрама) в первом случае и золота, урана и платиноидов во втором случае.

Одним из принципиальных вопросов в обсуждаемой здесь проблеме является источник вещества флюида, его состав, от которого зависят его транспортные свойства. Что касается состава флюида, то даже в высокотемпературных зонах флюидной переработки при низкой активности воды концентрация ее достаточно высока для того, чтобы обеспечить транспорт больших объемов вещества, например, при кислотном выщелачивании и переотложение выщелоченных компонентов либо на поздних стадиях процесса, либо на более низкотемпературном уровне.

Одним из наиболее продуктивных подходов к выявлению роли флюидов в формировании метасоматитов в частности и метаморфических минеральных парагенезисов вообще является исследование распределения изотопов кислорода. Для его оценки понадобилась информация о РТ условиях минералообразования в высокотемпературных зонах сдвиговых деформаций (Бушмин и др., 2007). Результаты расчета методом ТWQ: $T=850^{\circ}\text{C}$, $P=10$ кбар. Исследование изотопии кислорода в минералах метасоматитов позволило сделать два важных вывода. (1) Флюид поступал в зону сдвиговых деформаций из глубинных (ювенильных) источников. (2) В метасоматических породах сохраняется высокотемпературное распределение изотопов кислорода между минералами, что говорит о быстром течении процесса и его кратковременности, так что регрессивная стадия преобразования пород, которая могла бы вызвать перераспределение изотопов, практически не проявлена.

Все приведенные здесь предварительные данные о роли метаморфизма (и метасоматоза) в формировании и распределении рудных концентраций свидетельствует об актуальности проблемы метаморфогенного рудообразования. Для Кольско-Карельского региона важными является изотопно-геохронологическая периодизация метасоматических процессов в зонах сдвиговых деформаций, а особенно выделение архейского этапа рудогенеза (если такой существует), разработка критериев оценки состава и источника флюида.

Работы по составлению Карты метаморфизма выполнялись за счет средств Федерального агентства по недропользованию РФ (проект 7.4/04/06) и при финансовой поддержке РФФИ (проект 09-05-00392).

Литература

1. Бушмин С.А., Глебовицкий В.А. Схема минеральных фаций метаморфических пород // Записки российского минералогического общества. 2008. Том СXXXVII, № 2. С. 1-13.
2. Бушмин С.А., Доливо-Добровольский Д.В., Лебедева Ю.М. Инфильтрационный метасоматоз в условиях гранулитовой фации высоких давлений (на примере гиперстен-силлиманитовых пород сдвиговых зон Лапландского гранулитового пояса). ДАН. 2007. С. 383-387.