

**ПЕТРОЛОГИЯ И ГЕОДИНАМИКА ЗОЛОТО-ОБОГАЩЁННЫХ
МАГМО-РУДНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
РУДНО-АЛТАЙСКОГО МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО ПОЯСА**

Гусев А.И.*, Гусев Н.И.**

**Бийский педагогический государственный университет, Бийск, anzerg@mail.ru*

***Всероссийский научно-исследовательский геологический институт, Санкт-Петербург,
nikolay_gusev@vsegei.ru*

В последнее десятилетие среди вулканогенных колчеданных месторождений выделяется самостоятельная группа золото-обогащённых объектов [3, 5], в которых золото имеет промышленное значение. Рудно-Алтайский металлогенический пояс протягивается с запада на восток (от Алтайского края России через Республику Казахстан до северо-западной части Китая) более чем на 500 км при ширине от нескольких десятков км до 100 км. В Рудном Алтае золото-обогащённые колчеданные месторождения встречаются часто и являются предметом промышленного извлечения золота и серебра. Имеются и месторождения, в которых золото содержится в незначительных количествах. В этой связи возникла проблема изучения этих систем с оценкой петрологических критериев повышенной золотоносности. Как известно, в Рудном Алтае выделяется несколько временных уровней распространения стратифицированных вулканитов и колчеданного оруденения. При этом происходит омоложение возраста вулканогенных пород и руд в пределах Рудно-Алтайского металлогенического пояса от Лениногорского района в обе стороны на северо-запад (Алтайский край) и юго-восток (Китай). Золото-обогащённая минерализация ассоциирована с наиболее кислыми (мельничная и крюковская свиты) вулканическими центрами эмс-эйфельской вулканической фазы (Лениногорский, Зырянский рудные районы Казахстана, Змеиногорский) [1].

Вулканогенные массивные сульфидные (VMS) месторождения с заметно меньшими концентрациями золота Прииртышского, Золотушинского, Рубцовского и Ашельского (Китай) рудных районов связаны с последующим живёт-франскими бимодальными базальт-риолитовыми вулканическими породами. Кроме того, в пределах конкретных рудных узлов наблюдается закономерность – наиболее золото-обогащёнными являются самые ранние фазы вулканогенно-гидротермальной деятельности, а более поздние характеризуются заметно пониженной золотоносностью. Следует отметить, что в самых ранних и нижних горизонтах кислых лав (дацитах, риодацитах, риолитах) отмечаются самые высокие суммарные содержания редкоземельных элементов. При этом в лавах мельничной свиты (Российская часть Рудного Алтая) и в эффузивах крюковской свиты (территория Казахстана) наблюдаются примерно одинаковые суммарные содержания TR.

Соотношения La и Nb в кислых лавах Рудного Алтая закономерно разделяются на кластеры: самые ранние по времени формирования и наиболее золотоносные системы (Риддер-Сокольная, Змеиногорская, Зареченская, Майская и др.) имеют самые высокие содержания и соотношения La/Nb (для крюковской свиты, вмещающей Риддер-Сокольное, Ново-Лениногорское и др. месторождения Казахстана отношение La/Nb варьирует от 3,75 до 5,33, среднее – 4,31; для мельничной свиты с Зареченским, Змеиногорским, Майским и др. месторождениями Российской части Рудного Алтая эти соотношения колеблются от 1,32 до 5,78, среднее значение – 3,1). Соотношения La/Nb в лавах заводской (D_2) и каменевской свит (D_{2-3}) значительно ниже (от 1,62 до 2,1, среднее значение 1,79). Близкие соотношения отмечаются для лав, вмещающих аналогичное месторождение Ашеле (Китай). Колчеданные объекты, связанные с этим уровнем, средние по размерам и концентрации золота в них резко снижены. Следует отметить, что с этим уровнем в Змеиногорском районе, связаны проявления субвулканического золото-серебряного типа (Черепановское месторождение). Подобные проявления Au-Ag типа отмечены на территории Китая, а также жильные месторождения золота (Сайду, Дуолонасай и др.). Золото-обогащённые колчеданные магмо-рудно-метасоматические системы Рудного Алтая имеют мантийный источник с различным соотношением мантийного и литосферного компонентов [1].

На канонических диаграммах [4, 6-11] наблюдается разделение существенно золото-обогащённых и слабо-обогащённых систем Рудного-Алтайского пояса. При этом золото-обогащён-

ные системы тяготеют к высоко-калиевой серии, генерированной в процессе частичного плавления гранатового перидотита, а слабо-обогащённые – к низко- K_2O , формирующейся в результате частичного плавления шпинелевого перидотита. При этом, первые из них характеризуются повышенными содержаниями F и такими несовместимыми элементами как Th, U, La, Ba, Ce, Y, Rb, Pb. По соотношениям Nb и Y самые ранние золотоносные системы относятся к обстановкам внутри плитовых и аномальных океанических хребтов, а единичные пробы в поле – океанических хребтов. Таким образом, вулканы Рудного Алтая по соотношениям проанализированных иммобильных микроэлементов не образуют единого поля на проанализированных соотношениях и диаграммах, а распадаются на отчётливые кластеры, тяготеющие к разным геодинамическим обстановкам: ранние золото-обогащённые дериваты попадают в поле анорогенных внутриплитных обстановок и аномальных океанических хребтов (имеют близость к А-типу) Джунгарского океанического бассейна, а поздние, начиная с живета, формировались в обстановке вулканических островных дуг и имеют чёткие характеристики известково-щелочного типа. Вулканы золото-обогащённых колчеданных объектов характеризуются относительно более высокими отношениями Ti/Sc и Nb/Ta – Ta, подтверждая различия в их петрогенезисе. По соотношениям La и Sm [9] наблюдается также разделение разновозрастных кислых вулканитов Рудного Алтая. При этом, риолиты и риодациты золото-обогащённых колчеданных объектов тяготеют к источнику обогащённой мантии, в то время как не золотоносные образования ближе к источнику верхней коры.

Таким образом, кислые вулканы золото-обогащённых колчеданных месторождений (VMS) в Рудно-Алтайском металлогеническом поясе относятся к самым ранним по времени формирования. Их геодинамическая обстановка формирования близка к внутриплитной и аномальных океанических хребтов, в то время как поздние вулканы (начиная с живета) и связанные с ними слабо золотоносные месторождения близки к обстановке вулканических островных дуг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев А.И., Гусев Н.И. Золото-обогащённые магмо-рудно-метасоматические системы Рудного Алтая // Международный журнал экспериментального образования. 2009. № 3. С. 19-22.
2. Beard B.L., Glazner A.F. Trace elements and Sr and Nd isotopic composition of mantle xenoliths from the Big Pine volcanic field, California // Journal of Geophysical Research. 1995. V. 100. P. 4169-4179.
3. Chiaradia M., Tripodi D. et al. Geologic setting, mineralogy, and geochemistry of the Early Tertiary Auriich volcanic-hosted massive sulfide deposit of La Plata, western Cordillera, Ecuador // Econ. Geol. 2008. V. 103. P. 161-183.
4. DePaolo D.J., Daley E.E. Neodymium isotopes in basalts of the southwest Basin and Range and lithosphere thinning during continental extension // Chemical Geology. 2000. V. 169. P. 157-185.
5. Dube B., Gosselin P., Hannington M., Galley A. Gold-rich volcanogenic massive sulphide deposits // Geol. Surv. Can. 2006. V. 100. P. 23-37.
6. McLennan S.M. Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust // Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 2001. V. 2. Paper 2000 GC000109. 24 p.
7. Pearce J.F. A user's guide to basalt discrimination diagrams // Geological Ass. Of Canada Short Course Notes. 1996. V. 12. P. 79-113.
8. Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // Journal of Petrology. 1984. V. 25. P. 956-983.
9. Piercey S.J., Peter J.M., Mortensen J.K., Paradis S., Murphy D.C., Tucker T.L. Petrology and U-Pb Geochronology of Footwall Porphyritic Rhyolites from the Wolverine Volcanogenic Massive Sulfide Deposit, Yukon, Canada: Implications for the genesis of Massive Sulfide Deposits in Continental Environments // Econ. Geol. 2008. V. 103. P. 5-33.
10. Putirka K., Busby C.J. The tectonic significance of high- K_2O volcanism in the Sierra Nevada, California // Geology. 2007. V. 35. P. 923-926.
11. Winchester J.A., Floyd P.A. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements // Chemical Geology. 1977. V. 20. P. 325-343.