

МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ РУД ЭПГ-Ni-Cu
СУЛЬФИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ: ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ

Августинчик И.А. (avg@tsnigri.ru)

Московское отделение. ЦНИГРИ

ORE MINERALOGY AND GEOCHEMISTRY OF PGE-Ni-Cu SULPHIDE
DEPOSITS: APPLIED ASPECTS

Avgustinchik I.A.

Moskow branch. TSNIGRI

Сульфидные Ni-Cu и ЭПГ месторождения мира образуют широкий по составу прерывистый ряд рудных объектов различной промышленной ценности при ранжировании по запасам руд и концентрациям полезных компонентов в них и экономической ценности в современных условиях рынка металлов (Налдретт, 2003) Идентификация и предварительная оценка промышленной значимости объектов такого типа могут быть облегчены путем детального анализа минералогии и геохимии их рудопроявлений уже на ранних этапах ГРР. Большинство магматических ЭПГ-Ni-Cu сульфидных месторождений тесно связано с базит-гипербазитовыми рудно-магматическими системами (РМС) различных геодинамических режимов (Mitchell, Garson 1981; Windley, 1995). Источники таких РМС (геофизические данные) – мантийные плюмы различных масштабов и их эффузивно-интрузивные производные от небольших (трубы, первые км в диаметре) до гигантских и сверхгигантских (сотни-первые тысячи км).

Рудные компоненты таких РМС могут включать Fe, Ti, Cr, V, Ni, Co, Cu, Pb, Zn, Sn, As, Sb, Bi, Se, Hg, PGE, Ag, Au и др. в комбинациях с H, O, S, OH, S, Cl, F и др. лигандами. Главные и акцессорные минералы руд и их парагенетические ассоциации повторяются во всех месторождениях и принадлежат нескольким минеральным классам: сульфиды (арсениды, антимониды, висмутиды, теллуриды, селениды, станниды, плюмбиды и др.), сульфосоли (сульфоарсениды, сульфоантимониды, сульфовисмутиды, сульфостанниды, сульфоселениды и др.), самородные элементы (их бинарные, тройные и др. соединения и сплавы) (Дистлер и др., 1994; Спиридонов Э.М., 2011).

Последовательность формирования рудных ассоциаций во всех РМС подчиняется закономерностям динамики температуры РМС, бюджета главных – S, Cu, Ni, Co и акцессорных (несовместимых) элементов – Pb, Zn, Sn, As, Sb, Bi, Se, PGE, Ag, Au, OH, S, Cl, F в системе в целом и квазизакрытых подсистемах каждой стадии рудообразования: первично магматической, пегматитовой, флюидной гидротермально-метасоматической и поздних низкотемпературных гидротермальных стадий с исчерпанием главных и накоплением акцессорных элементов. Наиболее яркие примеры

формирования рудных минеральных ассоциаций этих стадий – месторождения крупномасштабных РМС (Норильский р-н и Бушвельдский комплекс). Эти закономерности были смоделированы при изучении экспериментальных систем, установлены в металлургических процессах передела руд и используются в ряде технологий рафинирования металлов (зонная плавка и др.). Содержания и формы нахождения ряда металлов в продуктах современных вулканических извержений (Мерапи, Эребус, Кудрявый) подтверждают закономерности накопления акцессорных элементов в конечных продуктах эволюции РМС (Simmonds et al., 1987). Исключения – регенерированные или интенсивно метаморфизованные ЭПГ-Ni-Cu месторождения в коматиитовых лавах зеленокаменных поясов.

Таким образом, виды и количества минеральных форм акцессорных (несовместимых) элементов, их концентрации и соотношения в рудах ЭПГ-Ni-Cu месторождений являются признаками типа РМС, масштабов и длительности их развития, прерывания или повторной активизации рудообразующих процессов).

Минералогические данные (качественная оценка разнообразия и минеральных форм и типов соединений), абсолютные и относительные концентрации акцессорных элементов в рудах (в т.ч. аддитивные соотношения, PGE/Ni+Cu, PGE/Se, Au/Ir и др.) несут информацию о геодинамической обстановке рудообразования в РМС, полноте процессов фракционирования ведущих и акцессорных элементов руд, количестве и качестве возможного оруденения в РМС в целом и в отдельных ее составляющих – сульфидной магматической, сульфидной пегматоидной, сульфидной гидротермально-метасоматической, конденсированной флюидной составляющей поздних гидротермальных проявлений.

Изученный минералогический и геохимический материал по месторождениям Норильского и Карело-Кольского регионов и мировых банков данных по сульфидным Ni-Cu и ЭПГ месторождениям различных геодинамических обстановок позволяет использовать их на самых ранних стадиях ГРП для предварительной оценки рудно-поисковых объектов.

Наиболее информативными являются диаграммы Ni/Cu-Pd/Ir, Cu/Ir-Ni/Pd, PGE/Ni+Cu, PGE/Se, Au+Ag/Se, Au/Ir и др. эталонных рудных объектов различного масштаба. Они отражают противоположные тренды истощения серы и накопления минералов– и элементов–акцессориев в ходе развития РМС и ее оруденения, т.е. характеризуют металлогенический потенциал эффузивно-интрузивных комплексов, возможные ресурсы и запасы руд в РМС и ее составляющих. Протестированные отечественные и зарубежные примеры ЭПГ-Ni-Cu месторождений различных геодинамических обстановок выявили несколько трендов их эволюции (Barnes S.-J., et al., 1988): хромитовый с ЭПГ, коматиитовый, расслоенных интрузивных комплексов, платобазальт-долеритовый, комплексов уральско-аляскинского типа с Cu-ЭПГ-Au оруденением и щелочно-ультраосновных комплексов центрального типа (источников Au-ЭПГ россыпей) (Малич, Лопатин, 1997) и др. с накоплением некогерентных рудных элементов в конце каждого из них.

Предварительные данные по минералогии и геохимии ЭПГ-Ni-Cu оруденения показывают их полезность и важность при предварительной оценке рудно-поисковых объектов для снижения рисков неоправданных затрат на ранних стадиях ГРР.

Дистлер В.В., Дюжиков О.А., Кравцов В.Ф., Служеникин С.Ф., Туровцев Д.М. Малосульфидная платинометальная формация Норильского района. – Геология и генезис месторождений платиновых металлов. – М.: Наука, 1994, с. 48-65.

Малич К.Н., Лопатин Г.Г. Новые данные о металлогении уникального Гулинского клинопироксенит-дунитового массива (Северная Сибирь, Россия) // ГРМ, 1997, т. 39, N 3, с. 247-257.

Надретт А.Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометаллических руд. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2003. – 487 с.

Спиридонов Э.М. Обзор минералогии золота в ведущих типах Au минерализации. М.: МГУ, 2011.

Mitchell R.H., Garson M.S. Mineral Deposits and Global Tectonic Settings. – Academic Press, 1981.

Symmonds R.P., Rose W.I., Reed M.H., Lichte F.E., Finnegan D.L. Volatilization, transport and sublimation of metallic and non-metallic elements in high temperature gases at Merapi Volcano, Indonesia // Geochim et Cosmochim. Acta, 1987, v.51, p.2083-2101.

Windley B.F. The Evolving Continents. Chichester et al. Wiley & Sons Ltd., 1995. – 526 p.