

*Schilling J.-G., Ruppel C., Davis A. N., McCully B., Tighe S. A., Kingsley R. H., Lin J. Thermal structure of the mantle beneath the equatorial Mid-Atlantic Ridge: Influences from the spatial variation of dredged basalt glass compositions // Journal of Geophysical Research. 1995. Vol. 100. № B7. P. 10057–10076.*

**С. Е. Знаменский**  
*Институт геологии УФИЦ РАН, г. Уфа*  
*Znamensky\_Sergey@mail.ru*

### **Условия формирования золото-порфировых проявлений зоны Главного Уральского разлома на Южном Урале**

В зоне Главного Уральского разлома (ГУР) установлено оруденение нетрадиционного для Южного Урала золото-порфирового типа. По нашим данным к этому типу относятся Николаевское и Большекаранское месторождения, расположенные в разломной зоне на севере Учалинского рудного района. Изучение условий формирования золото-порфирового оруденения, приобретающего в последние годы на Урале все возрастающее экономическое значение, представляется весьма актуальной задачей. Наши геохимические и структурные исследования Николаевского и Большекаранского месторождений позволили выяснить петролого-геохимические особенности, формационную и сериальную принадлежность рудовмещающих магматических пород и геодинамические обстановки их формирования. На месторождении Большой Каран изучен структурный контроль золото-порфировой минерализации.

Николаевское месторождение приурочено к тектоническому блоку, сложенному породами островодужной вулкано-интрузивной ассоциации [Знаменский, Знаменская, 2017]. Вулканогенные члены этой ассоциации представлены плагиофировыми и пироксен-плагиофировыми базальтами, гиалокластитами, туфами и тефроидами основного состава, а интрузивная часть – в основном, силлами габбро и многочисленными дайками плагиофировых долерит-порфиритов и габбро-диорит-порфиритов. Размещение прожилковой сульфидно-карбонатно-кварцевой минерализации, сопровождающейся обширными ореолами пропилитизации, контролируется дайками порфировых пород. Иногда в дайках проявлены маломощные зоны серицит-, реже биотит-кварцевых метасоматитов. Среди вулканогенных комплексов, фаунистически датированных в зоне ГУР в пределах Учалинского рудного района, по петрохимическим и геохимическим параметрам породы продуктивной ассоциации наиболее близки к вулканитам баймак-бурибаевской свиты (D<sub>1ems2</sub>) и рассматриваются нами в качестве их возрастного аналога. Долерит-порфириты и габбро-диорит-порфириты месторождения относятся к нормальному ряду и, в отличие от большинства островодужных интрузий порфировых месторождений Южного Урала, принадлежащих к известково-щелочной серии, имеют толеитовый и переходный от толеитового к известково-щелочному состав. К числу их геохимических особенностей относятся также повышенные содержания Ti, что, по-видимому, обусловлено особенностями геодинамической обстановки формирования вулкано-интрузивного комплекса. По геохимическим данным наиболее обоснованной представляется геодинамическая позиция Николаевского золото-порфирового месторождения в зоне

сопряжения островной дуги и задугового бассейна. Преобладание в составе продуктивной ассоциации порфировых разновидностей пород указывает на геодинамические условия относительного сжатия при их формировании. По нашему мнению, такие условия могли существовать в зоне, разделявшей островную дугу и задуговый бассейн: вначале, в связи с процессами растяжения в этих структурах, а впоследствии, из-за общего относительного сжатия островодужной системы. По Р. Силлитое [Sillitoe, 2000], режим сжатия является наиболее благоприятной обстановкой для образования порфирового оруденения.

Месторождение Большой Каран расположено на южном окончании Вознесенского массива, сложенного роговообманковыми габбро, габбро-диоритами и диоритами. В северной части массива находится одноименное медно-порфировое месторождение. По петрографическому и химическому составу породы Вознесенского массива идентичны габбро и диоритам, образующим интрузивные залежи в краевых частях лерцолитовых массивов зоны ГУР (Нуралинского, Вознесенского, Татлиббетовского и др.). По-видимому, Вознесенская интрузия представляет собой фрагмент одного из лерцолитовых массивов. На это, помимо сходства состава, указывают также близкие возрастные U-Pb датировки. Габброиды Нуралинского массива имеют возраст 400 млн лет [Ферштатер, 2013], Вознесенские диориты – 412 млн лет [Косарев и др., 2014].

На месторождении Большой Каран установлены две группы даек, залегающих внутри Вознесенского массива. В составе первой из них преобладают плагиофировые и кварцевые габбро-диорит-порфириты и диорит-порфириты с афанитовой основной массой. С дайками этой группы ассоциируют промышленные прожилковые и брекчиевые руды сульфидно-карбонатно-кварцевого состава, сопровождающиеся серицит-кварцевыми метасоматитами. Вторая группа представлена слабо золотоносными среднезернистыми плагиофировыми плагиогранит-порфирами. Размещение даек обеих групп контролируется вторичными разрывами левосдвиговой зоны, косо секущей Вознесенский массив. По результатам тектонофизических исследований установлено, что сдвиговая зона образовалась в условиях латерального сжатия. Контроль месторождений порфирового семейства сдвиговыми дислокациями установлен во многих островодужных системах [Drew, 2005]. В качестве примера можно привести Филиппинскую зону транскурентных сдвигов, вмещающую серию крупных золото-порфировых месторождений, таких как Кингкинг, Санто Томас II, Фар Саусист и другие [Sillitoe, 2000].

Гранитоиды первой группы даек и вмещающие их роговообманковые габбро-диориты и диориты Вознесенского массива относятся к типу островодужных известково-щелочных магматитов нормальной щелочности. По петрохимическому и геохимическому составу они близки между собой и, по-видимому, являются комагматичными образованиями. Плагиогранит-порфиры второй группы даек, также имеющие известково-щелочной состав и нормальную щелочность, обладают противоречивыми геохимическими характеристиками. По большинству геохимических признаков они соответствуют островодужным гранитоидам. В то же время на спайдер-диаграммах распределения редких элементов в этих породах проявлены нехарактерные для надсубдукционных образований положительные аномалии Zr.

На вариационных диаграммах петрогенных элементов интрузивные породы всех типов месторождения образуют единый тренд, что, возможно, свидетельствует о принадлежности их к петрогенетически связанной серии, в которой дайки гранитоидов представляют субвулканическую часть Вознесенской интрузии. Мы предполагаем,

что рудоносные дайки месторождения Большой Каран могли образоваться на начальных стадиях развития зоны субдукции. Результаты исследований позволяют наметить новый для Южного Урала раннедевонский этап формирования месторождений порфирирового семейства.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и АН РБ, грант № 17-45-020717.*

### Литература

*Знаменский С. Е., Знаменская Н. М.* Петрохимические и геохимические особенности рудовмещающих пород Николаевского золоторудного месторождения (Южный Урал) // Геологический сборник № 13. ИГ УНЦ РАН. СПб: Свое издательство, 2017. С. 96–100.

*Косарев А. М., Пучков В. Н., Ронкин Ю. Л., Серавкин И. Б., Холоднов В. В., Грабежнев А. И.* Новые данные о возрасте и геодинамической позиции медно-порфирировых проявлений зоны Главного Уральского разлома на Южном Урале // Доклады Академии наук. 2014. Т. 459. № 1. С. 62–66.

*Феритатер Г. Б.* Палеозойский интрузивный магматизм Среднего и Южного Урала. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. 368 с.

*Drew L. J.* Tectonic model for the spatial occurrence of porphyry copper and polymetallic vein deposits – applications to Central Europe. U.S. Geological Survey. Scientific Investigations Report 2005-5272. 36 p.

*Sillitoe R. H.* Gold-rich porphyry deposits: descriptive and genetic models and their role in exploration and discovery // SEG Reviews. 2000. Vol. 13. P. 315–345.

**М. А. Юдовская**

*Институт геологии рудных месторождений,  
минералогии, петрографии и геохимии РАН, г. Москва  
Университет Витватерсранд, г. Йоханнесбург, Южная Африка  
maiya@igem.ru*

### Роль ассимиляции при формировании магматических сульфидных месторождений

Проблема источника серы при формировании магматических сульфидных месторождений из недосыщенных по сере высокомагнезиальных мантийных расплавов является одной из ключевых в теории рудообразования. Изотопно-геохимические, петрохимические и геологические данные свидетельствуют, что в большинстве крупных магматических Ni-Cu-ЭПГ месторождений, таких как Камбалда, Норильск, Печенга, Раглан, Садбери и Войзис-Бэй, сера извлекалась из вмещающих пород при внедрении интрузивов [Leshar, 2017]. Данная работа рассматривает свидетельства ассимиляции осадочной серы в комплексе Бушвельд в Южной Африке.

Знаменитые платиноносные рифы Бушвельда представляют собой тонкие слои, зажатые между безсульфидными кумулатами, которые, однако, обогащены ЭПГ по сравнению с обычными толеитовыми базальтами. Ресурсы ЭПГ в разрезе Критической зоны остаются рассеянными и неизвлекаемыми в отсутствие механизма концентрирования, такого как фракционирование в сульфидную жидкость [Naldrett et