

Вклад гидротермальных процессов в формирование сульфидных руд Удокан-Чинейского района

Гонгальский Б.И.¹, Криволицкая Н.А.², Прокофьев В.Ю.¹

¹ИГЕМ РАН, Москва, Россия, kgrt-61@ya.ru, ²ГЕОХИ РАН, Москва, Россия

The contribution of hydrothermal processes to the formation of sulfide ores of the Udokan-Chiney region

Gongalsky B.I.¹, Krivolitskaya N.A.², Prokofiev V.Yu.¹

¹IGEM RAS, Moscow, Russia, ²GEOKHI RAS, Moscow, Russia

Summary. Layered and cross-cutting sulfide and quartz-sulfide veins are revealed among ore deposits, traditionally ascribed to magmatic and copper sandstone ones. Ore deposits with dominating vein type ores (Pravoingamakitskoe, Unkur, etc) are placed in the frames of layered massifs. Fluid inclusions in vein quartz of Pravoingamakitskoe ore deposit evidence their hydrothermal genesis.

В юго-западной окраинной части Алданского щита размещается уникальная рудная область с суперкрупными месторождениями меди (Удокан), железа, титана, ванадия, меди, благородных металлов (Чиней), редких и редкоземельных элементов (Катугин).

Они залегают среди карбонатно-терригенных пород раннепротерозойского Кодаро-Удоканского прогиба и его ближайшего обрамления. Здесь наблюдается совмещение в пространстве месторождений с признаками магматического, гидротермального и осадочного генезиса. Вклад гидротермальных процессов в формирование сульфидных руд этих месторождений не оценен ввиду односторонних подходов исследователей осадочных и магматических месторождений к процессам рудообразования. Между тем гидротермальные процессы имеют широкое распространение как среди магматических, так и осадочных месторождений. Половина подсчитанных запасов меди (20 млн. т меди) приходится на Удоканское месторождение медистых песчаников, в месторождениях Чинейского массива - 8 млн.т (Рудное, Солнечное, Сквозное, Контактное) и месторождениях, также расположенные среди осадочных пород, но существенно отличающихся от «стратотипа» Удоканского месторождения - 12 млн.т (Правоинтамакитское, Сакинское, Ункур, Красное, Бурпала и другие). Общим для указанных месторождений, кроме главного металла меди, является раннепротерозойский возраст вмещающих осадочных и магматических пород, закономерное распределение главных и примесных элементов.

Главными составляющими геологического строения этого участка земной коры являются гипербазит-базитовые породы, относимые к чинейскому комплексу, развитые в пределах, и ближайшем обрамлении Кодаро-Удоканского прогиба карбонатно-терригенных пород раннепротерозойского возраста. Единичные датировки пород чинейского комплекса и присутствующих здесь гранитоидов также отвечают раннему протерозою.

Месторождения Чинейского массива. Рудные тела месторождений Чинейского массива залегают в эндо- и экзоконтакте массива, в составе первых в значительных количествах кроме халькопирита присутствует пирротин, во вторых присутствует борнит, на Контактном месторождении пирит. В центральной части массива расположены месторождения титаномагнетитовых руд, которые по запасам ванадия относятся к суперкрупным. В строении этих месторождений выделяются минерализованные сульфидные зоны, с промышленными концентрациями меди, платины, палладия и золота, которые не имеют видимой связи с разноранговой расслоенностью массива, установленной в его строении, кроме приуроченности редкой вкрапленности к верхним частям наиболее мелких расслоенных единиц - ритмов.

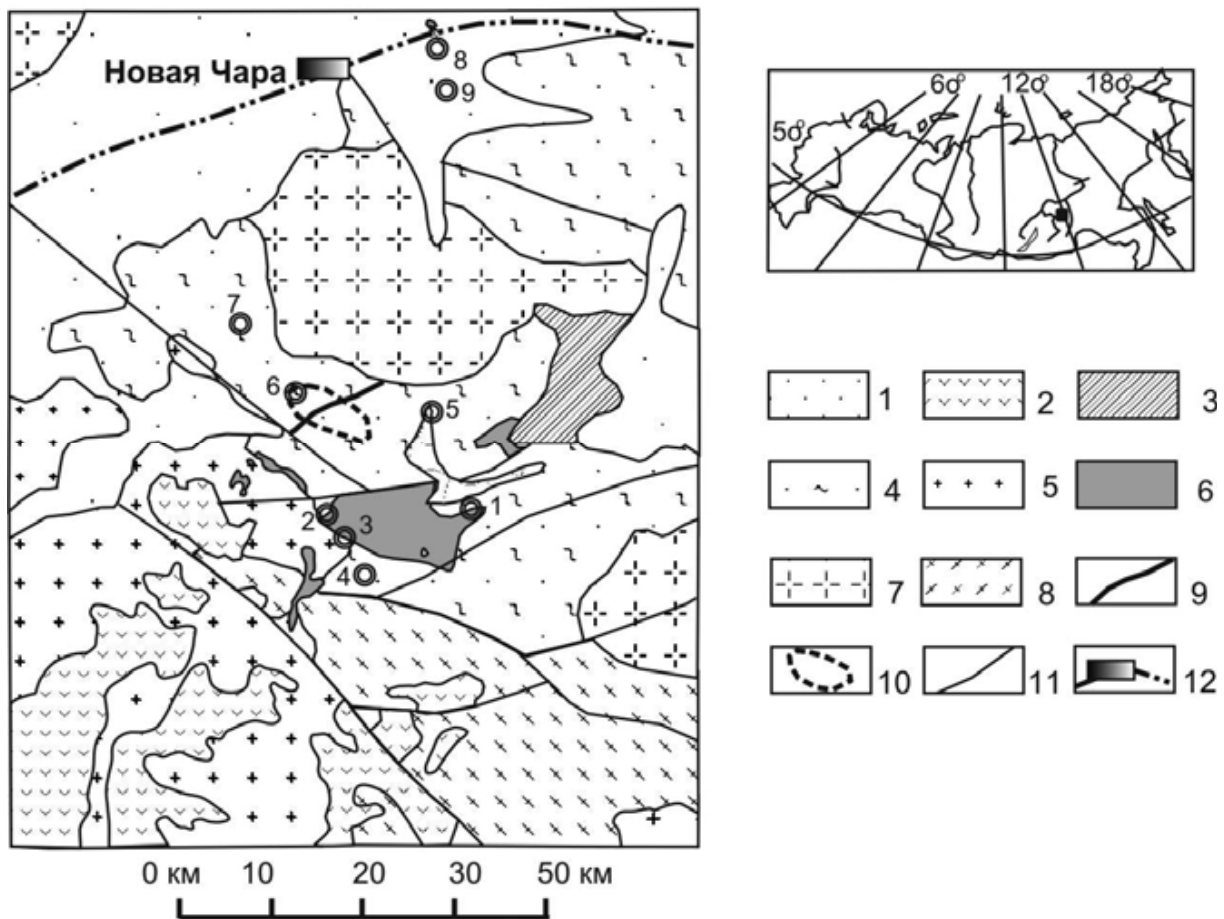


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Кодаро-Удоканского района.

1 - четвертичные отложения; 2 - вулканические породы N-Q возраста; 3 - осадочные отложения венд-кембрийского возраста; 4 - нижнепротерозойские карбонатно-терригенные породы удоканской серии; 5 - гранитоиды ингамакитского комплекса; 6 - габброиды чинейского комплекса, 7 - гранитоиды кодарского комплекса, 8 - гранитоиды куандинского комплекса; 9 - Главная дайка Удоканского месторождения; 10 - горизонт медистых песчаников Удоканского месторождения; 11 - тектонические нарушения; 12 - железнодорожная магистраль со станцией. Месторождения (кружки): 1 –Рудное, 2-Контактовое, 3-Сквозное Чинейского массива, 4 – Правоингамакитское, 5-Сакинское, 6-Удокан, 7-Луктур, 8-Ункур. Врезки: А – положение Кодаро-Удоканского района на карте России.

Fig. 1. Schematic geological map of the Kodar-Udokan district. (1) Quaternary sediments; (2) Neogene-Quaternary volcanic rocks; (3) Vendian-Cambrian sedimentary rocks; (4) Lower Proterozoic carbonate-terrigenous rocks of the Udokan Group; (5) granitoid rocks of the Ingamakit Complex; (6) gabbroids of the Chinei Complex; (7) granitoids of the Kodar Complex; (8) granitoids of the Kuanda Complex; (9) Major dike of the Udokan deposit; (10) cupriferous sandstone horizon of the Udokan deposit; (11) tectonic dislocations; (12) Baikal-Amur Mainline with station Novaya Chara; (13) deposits: (1) Rudnoe, (2) Kontaktovoe, (3) Skvoznoe Chinei Massif, (4) Pravoingamakit, (5) Sakin, (6) Udokan, (7) Klyukvennoe, (8) Luktur, (9) Unkur. Inset shows the position of the Kodar-Udokan district in the map of Russia.

Нами в строении Чинейского массива выделены четыре группы пород, кристаллизовавшихся в условиях неоднократного поступления магматических расплавов (Гонгальский и др., 2008). В общих чертах строение массива можно представить следующим образом: более ранними являются породы подвергшиеся значительным превращениям при внедрении высокотитанистых расплавов. Они сохранились в массиве в виде крупных блоков «припаянных» к контактам и в виде ксенолитов измененных пироксенитов, анорто-зитов внутри массива высокотитанистых габбро-идов с ритмичным

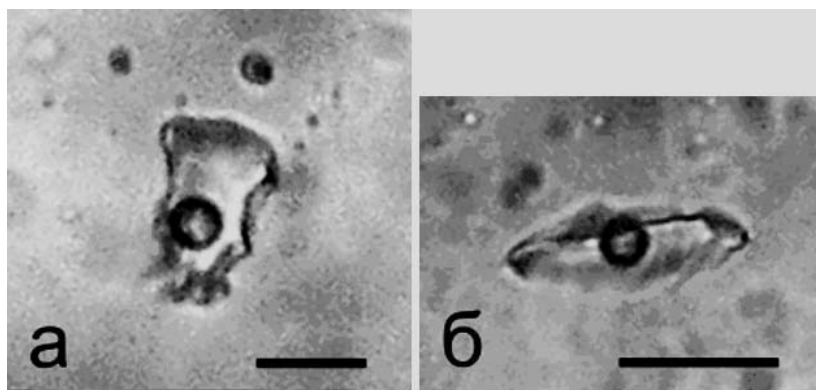


Рис. 2. Двухфазовые флюидные включения в кварце Правоингамакитского месторождения. Т ГОм 222-192 °С, С солей 2.7-2.6 мас. % экв. NaCl. Масштаб 10 мкм.

Fig. 2. Two-phase fluid inclusions in quartz of Pravoingamakit deposit. Thom 222-192 °С, from salts 2.7-2.6 мас. % экв. NaCl. Scalebar 10 mcm.

строением, выделены серии: титаномагнетит-габбровая – нижняя и лейкогаббровая – верхняя. В не до конца закристаллизованные породы внедрились магнезиальные расплавы – габбро-норитовая серия, с которыми связано сульфидное рудообразование. Основной объем внедрившихся расплавов образовал лополит в приподошвенной части и многочисленные силлы среди высоко-титанистых габброидов. Последние фактически оказались вмещающими

породами для минерализации, связанной с третьим этапом формирования массива. Завершающими оказались поступления остаточных расплавов, высокая флюидонасыщенность которых связана с завершением фракционирования расплавов в расположенном ниже промежуточном магматическом очаге.

Экзоконтактовые руды Чинейского массива залегают в песчаниках. Типичные для них миллерит-халькопиритовые жилы и линзы сплошных сульфидов окружены пирротин-халькопиритовой вкрапленностью. Мощность рудной зоны, залегающей субгоризонтально, варьирует от 3 до 65 м при протяженности 1-2 км. Структура руд в основном гнездово-вкрапленная, реже – прожилковая и брекчиевидная. Среди экзоконтактовых руд встречаются жильные и линзообразные тела, приуроченные к пересечению тектонических трещин разной ориентировки, с ураганскими концентрациями благородных металлов (г/т): Pt – 15, Pd-124, Au-14, Ag- 345, которые не коррелируют с медью.

Правоингамакитское месторождение. В ближайшем обрамлении Чинейского массива и на Правоингамакитском месторождении обнаружены кварцевые жилы с благородными металлами и медью. Вмещающими породами рудных тел являются терригенно-карбонатные породы средней части читкандинской подсвиты удоканской свиты (PR₁). Рудные тела представлены двумя типами: 1 - жилами и линзами, сложенными молочно-белым сливным кварцем с прожилками и гнездами сульфидов; 2 - кулисообразно залегающими залежами массивных сульфидов, окруженными вкрапленностью пирита и халькопирита. Протяженность кварцевых жил по простиранию достигает первых десятков метров при мощности от 0.3 до 1 м, а сульфидных тел мощностью 3-5 м и протяженностью 300-440 м. Содержание меди в рудных телах колеблется от 0,47 до 2,5 мас.%, причем они характеризуются высокими и сильно варьирующими соотношениями Cu/Ni.

Руды представлены пирит-халькопиритовыми разновидностями, для которых характерны прожилковые и брекчиевые текстуры. Максимальное обогащение никелем кварцевых жильных руд обусловлено высокими концентрациями никелевых минералов – миллерита и пентландита. Именно в этом типе руд установлены высокие концентрации благородных металлов (в г/т) 0.1-2.2 Pt; 0.9-6.2 Pd; 0.1-0.4 Au. В них диагностированы мелкие (до 10 мкм) выделения клаусталита - $(Pb_{1,00}(Se_{0,78}S_{0,22})_{1,00}$, гессита - $Ag_{1,98}Te_{1,02}$, бравоита - $(Ni_{0,73}Fe_{0,30})_{1,03}S_{1,97}$, богдановичита - $AgBiSe_2$, с ними связаны интерметаллиды палладия. В телах сплошных сульфидных руд, сильно обогащенных медью, концентрации благородных металлов в рудах существенно меньше (0.04 Pt; 0.6 Pd; 0.4 Au, в г/т), чем в

жилах, исключая серебро, максимальные содержания которого сосредоточены именно в этом типе оруденения и достигают в штуфах 370 г/т Ag.

В брекчированном кварце, цементируемом агрегатом пирит-халькопиритового состава, были обнаружены первичные, первично-вторичные и вторичные двухфазовые газово-жидкие включения размером 1-20 мкм, имеющие как форму отрицательного кристалла, так и неправильную (Гонгальский и др., 2007). Двухфазовые газово-жидкие включения в кварце гомогенизируются в жидкую фазу при температурах 222–192°C и содержат водный раствор с концентрацией солей 2.7-2.6 мас. % экв. NaCl. В растворе этих включений преобладают хлориды натрия и магния (температура эвтектики -43... -38°C), плотность флюида составляет 0.86–0.90 г/см³. Близкие значения перечисленных параметров характерны для экзоконтактовых руд Рудного месторождения Чинейского массива.

Удоканское месторождение. Жильные типы руд нами установлены также и на Удоканском месторождении. Руды имеют преимущественно борнит-халькозиновый состав, реже встречаются чисто халькопиритовые тела. Они являются практически монометалльными (главный рудный компонент – Cu), лишь в незначительном количестве присутствует Ag и Au. Концентрации последнего в секущих жилках достигает 0.3 г/т, в субпластовых линзах – 0.1 г/т, а во вкрапленности в песчаниках всего 0.01 г/т.

В верхней части рудоносной толщи в штольне №2 установлены субсогласные с осадочными текстурами и секущие сульфидные и кварц-сульфидные прожилки. В центральных частях прожилков обломки вмещающих пород, жильного кварца. Они цементируются крупнокристаллическим борнитом и в меньшей степени халькозином. Сульфиды часто проникают в следующую зону тонковкрапленных халькозиновых руд, которая сменяется зоной с вкрапленным магнетитом. Особенно эффектна зональность секущих прожилков: центральная часть представлена крупнокристаллическими сульфидами, промежуточная – эпидотом и кварцем, внешняя зона с вкрапленным магнетитом (Крупные ..., 2006).

Широкое распространение жильных образований на месторождениях Удокан-Чинейского района может служить подтверждением их принадлежности к единой рудно-магматической системе с магматическими, гидротермальными и гидротермально-осадочными месторождениями.

Литература

- Гонгальский Б.И., Ю.Г. Сафонов, Н.А. Криволицкая, В.Ю. Прокофьев, А.А. Юшин. Новый тип золото-платино-медного оруденения в Северном Забайкалье. Докл. РАН. 2007. Т. 414. №5. С. 645-648.
- Гонгальский Б.И., Криволицкая Н.А., Арискин А.А., Николаев Г.С. Строение, состав и формирование Чинейского анортозит-габброноритового массива в Северном Забайкалье. Геохимия. 2008. №4.
- Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых. Том 2. Стратегические виды рудного сырья. М.: ИГЕМ РАН. 2006.