

УДК 553.3+548.0+549.0

## ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИИ КУПРИТА РУБЦОВСКОГО КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РУДНЫЙ АЛТАЙ)

Возная А.А., к. г.-м. н., доцент

Апасова Д.А., студент гр. ПГс-201, 3 курс

Каштанова К.М., студент гр. ПГс-201, 3 курс

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Рубцовское колчеданно-полиметаллическое месторождение расположено в Рубцовском районе Алтайского края, в 40 км от г. Рубцовск. Месторождение открыто в 1970 году. По результатам детальной разведки с подсчётом запасов было принято решение о строительстве рудника. Однако, по разным причинам разработка месторождения началась только в начале двухтысячных годов.

Рубцовское месторождение сформировалось в обстановке тыловой ветви Рудноалтайской вулканической островной дуги и локализовано а пределах вулкано-тектонического прогиба. Продуктивные толщи месторождения слагают пологую моноклиналь северо-восточного простирания, падающую на юго-восток. В разрезе месторождения снизу вверх залегают отложения давыдовской свиты среднего девона, представленные кислыми вулканитами, их туфами и брекчиями, которые вверх по разрезу сменяются вулканогенно-обломочными и глинистыми образованиями каменёвской свиты среднего-верхнего девона. Вулкано-терригенная толща прорвана позднедевонскими субвулканическими интрузиями риолитовых и риолит-дацитовых порфиров. Отложения девона несогласно перекрываются породами бухтарминской свиты нижнего карбона в основании с базальными конгломератами, а выше по разрезу сменяющимися песчаниками, алевролитами и известняками. Породы палеозойского фундамента перекрыты чехлом песчано-глинистых неоген-четвертичных отложений мощностью до 120 метров, под которым участками сохранилась мел-палеогеновая кора выветривания [1, 2].

Рудная зона месторождения залегает согласно напластованию вмещающих пород и прослеживается по простиранию на 1350 м, по падению от 150 до 400 метров при максимальной мощности до 40 м. Рудная зона включает 5 рудных тел, однако, практически всё промышленное оруденение (99 % запасов) локализовано в одном рудном теле № 1, залегающем в основании нижнекаменёвской подсвиты на вулканитах давыдовской свиты. Метасоматическая проработка вмещающих пород отмечена как в подрудной зоне, так и в рудной и надрудной, где вмещающие вулканомиктовые алевролиты подвержены интенсивной аргиллизации [1, 2, 3].

Рудное тело представлено сплошными богатыми полиметаллическими сульфидными сфалерит-галенит-пирит-халькопиритовыми рудами, реже бедными прожилковыми и вкрапленными рудами. Среднее содержание металлов в руде: Cu - 4,54%, Pb - 6,50 %, Zn - 11,80 %. Верхняя часть рудного тела, на уровне древнего эрозионного среза подверглась гипергенному преобразованию с формированием хорошо проработанной зоны окисления, с четко выраженной вертикальной зональностью. Сверху вниз выделены зоны: полного выщелачивания («железная шляпа»), богатых окисленных руд и вторичного сульфидного обогащения. В зоне окисления, в интервале глубин с абсолютными отметками от +137 до +163 м, сосредоточено не более 1 % общих запасов месторождения, но расположенные здесь смешанные и окисленные руды характеризуются резко повышенным содержанием ценных компонентов, особенно меди и свинца, а также промышленными содержаниями попутных серебра и золота [1, 2, 3].

В настоящее время добыча руды на месторождении прекращена, за десять лет интенсивной эксплуатации оно было полностью отработано. Скорей всего в истории горно-геологической отрасли эти события не оставили бы сколько ни будь заметного следа, если бы не уникальные минералогические открытия и находки, сделанные за годы эксплуатации месторождения.

Всего на месторождении установлено 64 минерала, 48 из которых в зоне окисления. Гипергенные минералы окисленных руд представлены самородными металлами, сульфидами, галогенидами, оксидами, гидроксидами, сульфатами, карбонатами, силикатами. Именно зона окисления Рубцовского месторождения стала источником главных минералогических сенсаций. При отработке верхних горизонтов месторождения обнаружены самородки меди разнообразной формы размеров: плоские и объёмные дендриты, желваки массой от нескольких граммов до десятков килограммов, в редких случаях до 300 кг. Местами самородная медь составляла до 40-60 % объема руды. Вскоре за этими находками последовало открытие богатейшей, «ураганной» иодидной минерализации, представленной иодидами серебра маерситом и иодаргиритом, а также обнаруженным впервые на месторождениях России иодидом меди – маршитом. Примечательно не только высокое содержание иодидов в рудах некоторых горизонтов, но и размеры минеральных индивидов. Кристаллы и сростки маршита достигают первых сантиметров в поперечнике [2, 3, 4]. Также интересно отметить открытие минерализации самородного серебра, которое представлено губчатыми выделениями и мелкими микродендритами. Заслуживают внимания и эффектные друзы и сфераагрегатные выделения густо-сингого азурита. Но по истине главную славу Рубцовского рудника, составляют великолепные крупные кристаллы и друзы куприта высокого коллекционного качества, равных которым нет на всём постсоветском пространстве [2, 3, 4].

Куприт является оксидом меди  $Cu_2O$ . Авторами были изучены особенности морфологии кристаллов, сростков и друз куприта Рубцовского месторождения. Исследованиями установлено, что доминирующей простой формой в

огранке кристаллов куприта является октаэдр {111}, грани которого всегда хорошо развиты даже в комбинациях. Наиболее крупные из исследованных одиночных кристаллов обычно представляют собой комбинацию октаэдра с ромбододекаэдром {110} и (или) гексаэдром {100}. Слабо развитые грани гексаэдра срезают вершины октаэдра, а грани ромбододекаэдра – его рёбра (Рис. 1).

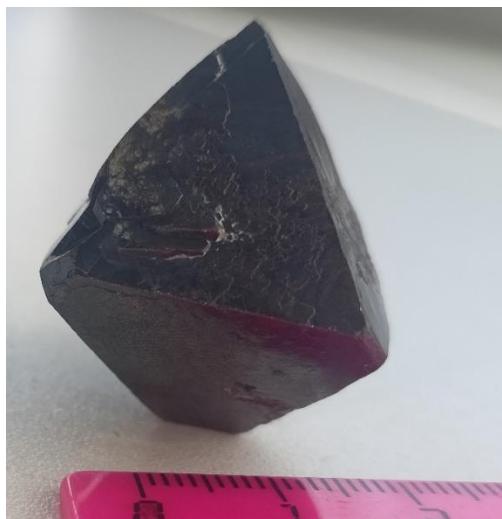


Рис. 1. Одиночный кристалл куприта. Комбинация октаэдра и гексаэдра. Кристалл стоит на грани гексаэдра. Правая вершина также срезана гранием гексаэдра. Фото авторов.

Пропорции кристаллов не всегда идеальны, некоторые сформированы частично (Рис. 2). Иногда наблюдаются двойники прорастания.



Рис. 2. Одиночный, частично сформированный кристалл куприта. Комбинация октаэдра и ромбододекаэдра. Рёбра октаэдра срезаны узкими граньками ромбододекаэдра. Фото авторов.

На гранях крупных и мелких кристаллов практически всегда наблюдается скульптура выхода винтовых дислокаций роста, редко у мелких кристаллов отмечаются гладкие ровные грани. Вицинальные бугорки имеют сферическую поверхность, размеры от долей мм до первых мм в диаметре и обычно располагаются группами на поверхности граней (Рис. 3, 4).



Рис. 3. Богатая скульптура граней октаэдра куприта. Фото авторов.



Рис. 4. Групповое расположение сферических вициналей в левой части грани. Фото авторов.

На гранях крупных кристаллов отдельные спирали роста объединяясь образуют единую округлую ступенчатую выпуклую поверхность диаметром до одного сантиметра (Рис. 5).



Рис. 5. Единая округлая ступенчатая ростовая поверхность на грани. Фото авторов.

С другой стороны, довольно часто куприт образует автоэпитаксические сростки двух-трёх кристаллов (Рис. 6), а если сросток представляет собой множество сдвинутых параллельно друг-другу на миллиметры индивидов, складывается впечатление, что это одиночный кристалл скульптура грани которого представляет собой совокупность равносторонних треугольников.



Рис. 6. Автоэпитаксический сросток двух кристаллов куприта. Фото авторов.

Кроме одиночных кристаллов и сростков куприт образует друзы, с размером отдельных индивидов от первых миллиметров до сантиметра (Рис.7).



Рис. 7. Друза кристаллов куприта. Фото авторов.

Куприт может псевдоморфно частично или полностью замещаться самородной медью с сохранением октаэдрического габитуса псевдоморфозы (Рис. 8).

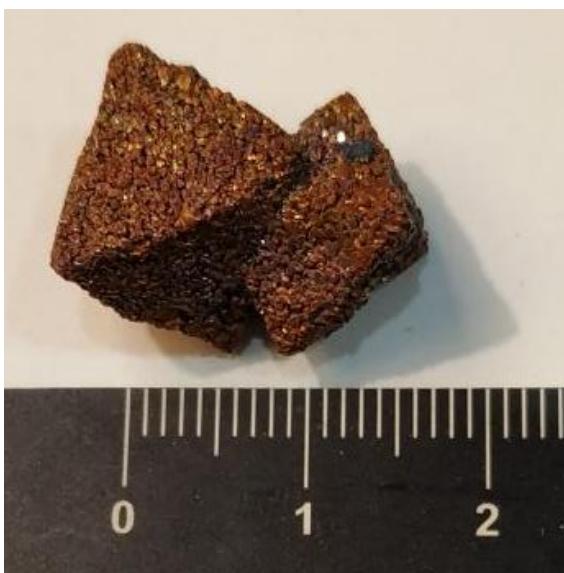


Рис. 7. Псевдоморфоза самородной меди по сростку кристаллов куприта.  
Фото авторов.

Наличие крупных кристаллов и богатая кристалломорфология выделений куприта Рубцовского месторождения может свидетельствовать об особых условиях развития зоны окисления во времени и пространстве.

Закономерности формирования зоны окисления сульфидных полиметаллических месторождений зависят от многих довольно нестабильных факторов: климата, геоморфологической обстановки, тектонического режима, а также минералогических особенностей первичных руд. На ранней стадии в окислительной обстановке окисление сульфидов приводит к образованию сульфатных растворов, которые просачиваясь в более глубокие горизонты уносят с собой в растворённом виде в сульфатной форме медь, цинк и значительную часть свинца, с образованием верхнего выщелоченного горизонта – классической «железной шляпы». В низах гипергенного разреза, в условиях восстановительной среды, ниже уровня грунтовых вод, медносульфатные растворы реагируют с первичными сульфидами руд с образованием зоны вторичного сульфидного обогащения, главным минералом которой является халькозин. На Рубцовском месторождении в этой зоне отмечаются исключительно богатые сплошные халькозиновые руды. Это явление объясняется высоким содержанием металлов (особенно меди) в первичных сплошных рудах и компактностью проявления сульфидов, слагающих единое тело. Это предопределило стабильное поступление медносульфатных вод в низы зоны окисления. Между зоной «железной шляпы» и зоной вторичного сульфидного обогащения расположена зона окисленных руд, причём в низах её находится горизонт богатых оксидных руд, главными минералами которого являются куприт, самородная медь, гидрогёйтит, глинистые минералы, а выше располагаются горизонты карбонатных (церуссит, азурит) и сульфатных (алунит) руд. Синтез куприта происходит в условиях падения грунтовых вод при окислении высокомедистого сульфида – халькозина. Обилие халькозина предопределило недостаток кислорода в минералообразующей среде и выделение меди в самородном виде, наряду с богатой

купритовой минерализацией. Уровень грунтовых вод во время формирования зоны окисления пульсационно колебался, при повышении уровня медь куприта восстанавливалась до образования псевдоморфоз самородной меди по кристаллам куприта [2, 3, 4].

Нестабильность окислительно-восстановительного потенциала и других факторов, влияющих на формирование зоны окисления возможно являются причиной и кристалломорфологических особенностей купритовой минерализации Рубцовского месторождения, когда минералого-геохимические условия неизбежно привели к обильному синтезу, а нестабильность обстановки обусловила дефектность кристаллических индивидов куприта.

#### **Список литературы:**

1. Чекалин В.М. К вопросу о генезисе Рубцовского месторождения колчеданно-полиметаллических руд на Рудном Алтае // Металлогенез древних и современных океанов. Миасс, 2006. С. 91-96.
2. Пеков И.В., Лыкова И.С. Рубцовское месторождение (Северо-Западный Алтай): минералогия зоны окисления // Минералогический альманах, 2011, т. 16, вып. 1. Москва, ООО «Минерал-альманах». 2011. 96 с.
3. Зырянова Л.А., Чекалин В.М., Литвинов Н.Д., Гамалеев В.Н. О редкой находке маршита в окисленных рудах Рубцовского полиметаллического месторождения (Рудный Алтай) // Вестник ТГУ, 2009, № 326, с. 214-216.
4. Зырянова Л.А., И.В. Пеков И.В., К.В. Толочко К.В., Литвинов Н. Д., Ерзаков И. А. Состав и строение зоны окисления Рубцовского колчеданно-полиметаллического месторождения (Рудный Алтай) // Минералогия, геохимия и полезные ископаемые Азии. - Томск: Томский ЦНТИ - филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России. 2012. Вып. 2., с. 90-103.