

ЗОЛОТОПОРФИРОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ И ЕГО СВЯЗЬ С ПАЛЕОВУЛКАНИЧЕСКИМИ СТРУКТУРАМИ*

В.В. Дьяконов, А.Е. Котельников, Е.Е. Котельников

Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115923

Рассмотрены зарубежные и отечественные представления о моделях локализации золоторудных месторождений порфирирового типа. Изложена авторская концепция структурной приуроченности оруденения в крупных палеовулканических постройках.

Ключевые слова: порфирировые месторождения; палеовулканы; структурные подтипы оруденения.

Важным источником эндогенного золота являются порфирировые месторождения. Представления зарубежных и российских геологов о моделях таких месторождений несколько отличаются. Из зарубежных геологов, наиболее емкое определение было дано Деннисом П. Коксом [4] в 1986 г.: порфирировые месторождения (porphyry deposits) — это рудные тела, связанные с порфирировыми интрузиями и гидротермальными флюидами, которые сопровождают эти интрузии во время их передвижения и остывания (рис. 1). Последовательные зоны гидротермальных изменений обычно окружают центры скопления рудной минерализации, часто заполняющие трещины и жилы, формируя штокверковые тела.

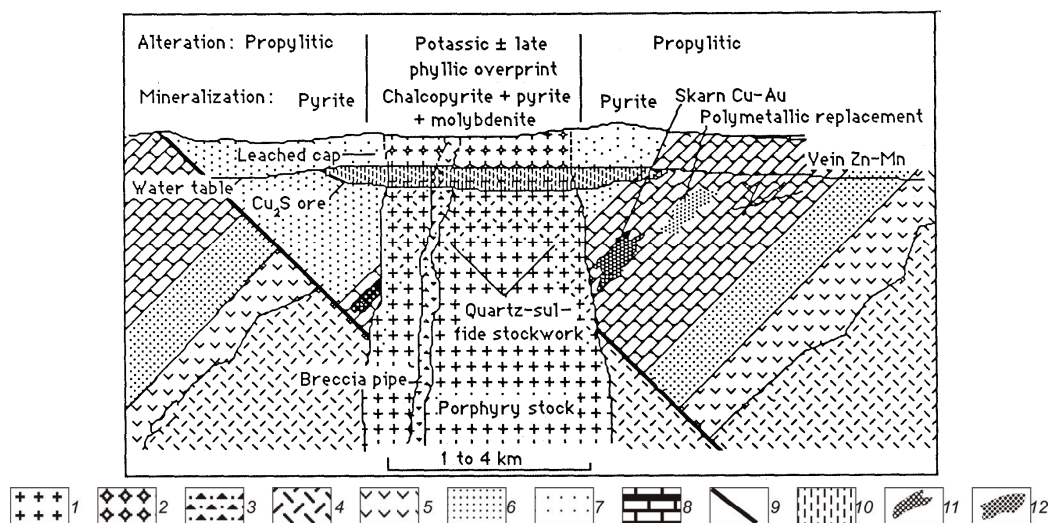


Рис. 1. Схематический разрез обобщенной модели порфирировых месторождений. *Источник:* [1]:
1 — порфирировый шток; 2 — кора выветривания; 3 — брекчиевая трубка; 4 — эффузивы (кислые); 5 — эффузивы (средние); 6 — кварцито-песчаники; 7 — силициты; 8 — рифовые известняки; 9 — тектоническое нарушение; 10 — вторичные руды; 11 — Cu-Au скарны; 12 — стратиформные полиметаллические руды.
Модель показывает взаиморасположение рудных минералов, зон изменений, гипергенного обогащения, зон скарирования, тектонических нарушений, и жильных рудных тел

* Статья написана по результатам научно-исследовательской работы в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» 2009—2013 г. (Государственный контракт № П241).

Зарубежные геологи связывают образование порфировой минерализации с вулканической деятельностью. В частности, обобщение данных о строении месторождений Тихоокеанского пояса позволило американским геологам (Р. Силлитоу, Р.С. Бин, С.Р. Титли, В.Е. Элстон и др.) создать ряд в общем схожих между собой схем формирования типичного золото-медно-порфирового месторождения в крупной рудно-магматической системе. Формирование порфировых систем различных структурно-формационных типов оруденения, как правило, размещаются по вертикальной оси жерлового аппарата. Вертикальный размах оруденения, при этом, оценивается до 10 км (рис. 2).

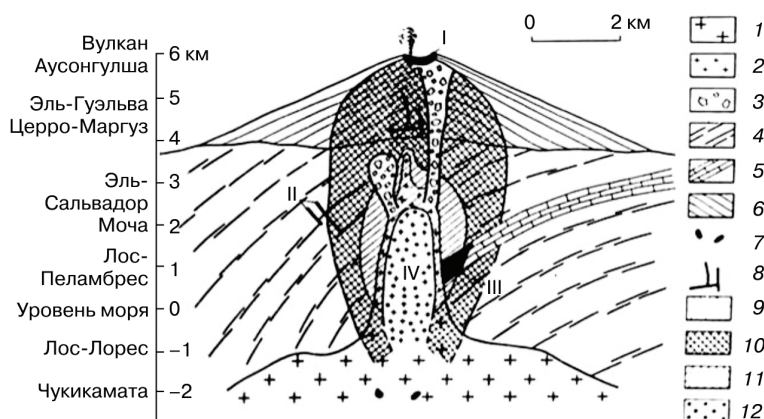


Рис. 2. Идеальный разрез типичной ресургентной кальдеры, по Р. Силлитоу

1 — полнокристаллические гранодиориты; 2 — шток гранодиорит-порфиров, с порфировыми рудами; 3 — explosive breccias; 4 — довулканическое основание; 5 — горизонт известняков; 6 — слои лав и пирокластов (стратовулкан); 7 — рудные тела; 8 — жилы; 9 — метасоматиты; 10 — пропилизация; 11 — серицитизация; I — месторождения самородной серы с пиритом и марказитом; II — жилы со свинцово-цинковым и золото-серебряным оруденением; III — контактово-метасоматические медные месторождения; IV — молибденово-медные порфировые месторождения, по вертикальной оси современные уровни среза различных вулканоструктур

Модели такой системы в качестве главных составляющих объединяют фанеритовые (явнокристаллические) интрузивы главных фаз (интрузивы под вулканиками), более поздние порфировые штоки, брекчиевые тела, подстраивающие штоки, выходящие в прикратерные части стратовулкана, формирование которого открывает становление системы. В этих моделях медно-порфировая минерализация развита в эндо- и экзоконтактных частях штока внутри мощного ореола пропилизации, на периферии и по восстанию сменяется полиметаллическими жилами, а в верхней части стратовулкана — залежами самородной серы с марказитом и пиритом среди аргиллизированных пород [5].

Повсеместно наблюдается тесная приуроченность рудной минерализации к малым телам порфировых пород, независимо от того, являются ли они самостоятельными или представляют собой одну из фаз, принимающих участие в формировании крупного массива. Роль таких порфиров оценивается по-разному: генетическая, парагенетическая, структурная. На многих месторождениях оруденение приурочено к зонам интенсивной трещиноватости, формирующихся в пределах экзоконтактов порфировых штоков, дайковых поясах, местах сочленения разнориентированных тектонических нарушений.

По мнению отечественных геологов, к порфировым месторождениям принято относить скопления вкрапленных, прожилково-вкрапленных и прожилковых руд, ассоциирующие с крупными гранитоидными интрузивными образованиями (рис. 3). Месторождения характеризуются штокверковой формой рудных тел, преимущественно крупными размерами, невысокими содержаниями и относительно равномерным пространственным распределением рудных минералов, наличием извлекаемых ценных попутных примесей (рений, золото, серебро). В общей генетической классификации месторождений В.И. Смирнова [3] месторождения порфирового типа отнесены к гидротермальному плутоногенному классу и разделены по преобладающему составу на кварц-молибденитовые, кварц-халькопиритовые и переходные кварц-молибденит-халькопиритовые.

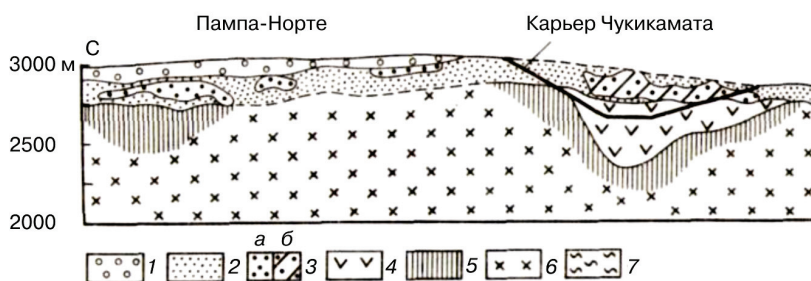


Рис. 3. Схематический профиль через месторождения Пампа-Норте и Чукикамата (по Р. Сиселмену, 1978 г.):

1 — галечники и другие обломочные накопления; 2 — зона выщелачивания; 3 — окисленные руды: а — разведанные, б — отработанные; 4 — зона вторичного сульфидного обогащения; 5 — первичные руды; 6 — гранодиорит-порфиры Чуки; 7 — амфиболиты и мигматиты

Условия размещения «геосинклинальных» порфировых месторождений Урала можно свести к геологическим обстановкам двух типов. В одном случае это структуры, сопоставимые с барьерными зонами островных дуг (по А.И. Кривцову), сложенные позднегеосинклинальными вулканитами базальт-андезитовой формации. С этими вулканитами в пространстве и времени сопряжены малоглубинные интрузии порфировидных кварцевых диоритов, габбродиоритов, плагиогранодиоритов. Примерами такой геологической обстановки являются Салаватское и Вознесенское месторождения в Ирэндьжской зоне Западно-Магнитогорского палеовулканического пояса; Андрюшинское, Туя-Павлурское и другие рудопроявления в Тагильском сегменте Тагильско-Сакмарского палеовулканического пояса; Фестивальное рудопроявление в Октябрьско-Денисовском палеовулканическом поясе; рудопроявление Зеленый Дол в Биргильдинско-Поляновской зоне.

Другим типом геологических обстановок размещения «геосинклинальных» порфировых месторождений Урала являются вторичногеосинклинальные зоны. Они сложены преимущественно вулканитами базальт-андезит-дацит-риолитовой формации, в составе которой преобладают андезиты, андезиодациты, риолиты. Рудоносными в этих зонах являются отчетливые очаговые структуры (Биргильдинская, Еленовская и др.), представляющие собой в разной степени деформированные палеовулканические сооружения, в центральных частях которых расположены гипабиссальные или гиповулканические порфировидные интрузии кварцевых диоритов, гранодиоритов, плагиогранитов. Прожилково-вкрапленное оруденение приурочено к этим интрузиям, и к зонам их контактов с вмещающими породами [1].

Золотосодержащие порфировые месторождения, как следует из вышеизложенного, приурочены к областям накопления продуктов магматических процессов. При выборе перспективных площадей и участков на этих обширных территориях следует исходить из того, что месторождения локализуются в пределах крупных вулканокупольных структур. В нашем понимании вулкан или вулканическая постройка представляет собой сложное сооружение, в пределах которого широко развиты пирокластические, лавовые и вулканогенно-осадочные, осадочные и интрузивные фации. Каждая из которых занимает вполне определенное пространственное положение и накапливается на протяжении всего времени формирования вулкана или определенных этапов его развития. Средний диаметр основания таких структур превышает 100 км. Эффузивные и интрузивные породы вулканических сооружений составляют единую в генетическом и структурном понимании вулканно-плутоническую ассоциацию, отражающую гомодромную направленность магматизма. Интересно, что существенных отличий в строении палеовулканических структур различных регионов России и сопредельных территорий не отмечается.

Рудная минерализация является продуктом деятельности крупных гидротермальных систем, развивающихся либо непосредственно в жерловой части палеовулкана, где наряду с субвулканическими телами, широко распространены разнообразные брекчии либо в апикальных частях выступов кровли межформационных гипабиссальных массивов. Но в отличие от стратиформного типа оруденения, порфировое оруденение формируется на заключительной стадии развития вулканических структур.

На основании собственных многолетних исследований и анализа фондовых материалов нами была составлена собственная универсальная модель вулканокупольной структуры (рис. 4). В предлагаемой схеме оруденения разных подтипов формируются в различных структурных условиях, но на глубинах, не превышающих 2—2,5 км. Таким образом, различные структурно-формационные подтипы оруденения формируются в сходных термодинамических условиях. Предлагаемая схема открывает возможность поисков месторождений разной структурно-формационной принадлежности на базе палеовулканических реконструкций [1].

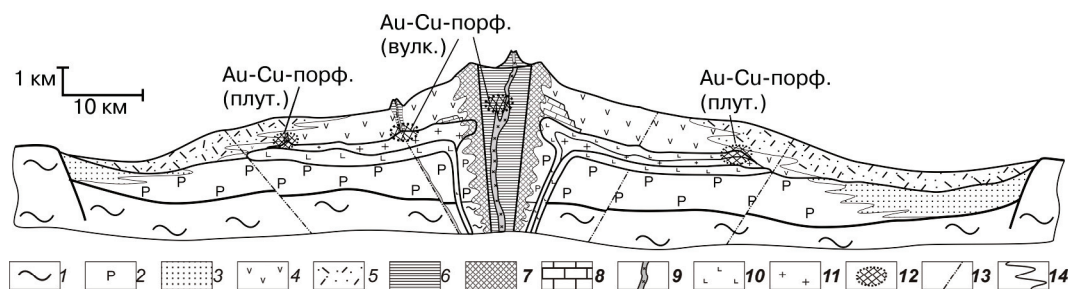


Рис. 4. Схематический разрез палеовулкана и структурная позиция золото-медно-порфирового оруденения

1 — фундамент; 2 — склоновая фация щитового вулкана; 3 — удаленная фация щитового вулкана; 4 — склоновая фация стратовулкана; 5 — удаленная фация стратовулкана; 6 — жерловая фация; 7 — околожерловая фация; 8 — рифовые известняки; 9 — субвулканические дайки и тела; 10 — интрузивные породы основного состава; 11 — интрузивные породы кислого состава; 12 — золото-порфировые руды; 13 — тектонические нарушения; 14 — границы фаций

Таким образом, можно выделить два основных подтипа медно-порфировой минерализации, по ее локализации в палеовулканических структурах (структурные подтипы):

— вулканогенный (центральный) подтип — в пределах центрального жерла — рессургентная кальдера (по Р. Силлитоу): Лекын-Тальбей на Полярном Урале, Михеевское (Южный Урал); Лос-Пеламбрес, Эль-Сальвадор (Чили);

— плутоногенный подтип — в апикальных частях лополитовых гранитных интрузий: рудный узел Маникую на Полярном Урале; Коунрад, Актагай (Казахстан); Чукикамата (Чили); Пebbл (Аляска).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Котельников А.Е., Дьяконов В.В., Жорж Н.В.* Палеовулканы и эндогенное оруденение (на примере Урала) // Международная научно-практическая конференция молодых ученых и студентов. — Екатеринбург, 2009. — С. 45—47.
- [2] *Кривцов А.И., Звездов В.С., Мигачев И.Ф., Минина О.В.* Медно-порфировые месторождения. Серия: Модели месторождений благородных и цветных металлов / Под ред. А.И. Кривцова. — М.: ЦНИГРИ, 2001.
- [3] *Смирнов В.И.* Геология полезных ископаемых. — М.: Недра, 1985.
- [4] *Dennis P. Cox*, 1986, «Descriptive model of porphyry Cu», in *Mineral Deposit Models*, US Geological Survey, Bulletin 1693, p.76, 79.
- [5] *Sillitoe R.H.* Porphyry Copper Systems // *Economic Geology*. — Jan 1, 2010. — 105 (1). — P. 3—41.

GOLD-PORPHYRY MINERALIZATION AND ITS RELATIONSHIP WITH PALEOVOLCANIC STRUCTURES

**V.V. Diakonov, A.E. Kotelnikov,
E.E. Kotelnikov**

Department of Mineral Deposits, Engineering faculty
Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

It contains national and foreign models of localization of gold-porphyry deposits. Our concept for localization of ore in giant paleovolcanic structures is presented.

Key words: porphyry deposits, paleovolcano, structural sub-types of mineralization.