

ПРЕДИСЛОВИЕ

ко 2-й части специального выпуска журнала “Геология рудных месторождений”, посвященного порфирировым и родственным месторождениям Северной Евразии

© 2024 г. И. В. Викентьев^а, *, Н. С. Бортников^а

^аИнститут геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,
Старомонетный пер., 35, Москва, 119017 Россия

*E-mail: viken@igem.ru

Поступила в редакцию 03.10.2023 г.

Подписана в печать 10.10.2023 г.

Принята к публикации 10.10.2023 г.

Вторая часть специального тематического выпуска журнала “Геология рудных месторождений” включает новую группу статей, посвященных рудным месторождениям “порфирирового семейства” и родственным им, в том числе эпиптермальным, находящимся в регионах Северной Евразии (России, Казахстана и Средней Азии).

Данный выпуск открывается обзорной статьей А.С. Якубчука (Якубчук, 2024), которая рассматривает практические аспекты тектонического контроля, структурных особенностей и оценки эрозионного среза порфирировых и эпиптермальных месторождений Северной Евразии. В статье обсуждаются аспекты тектонического и металлогенического районирования этого обширного региона, показаны черты сходства и отличия его месторождений от сходных месторождений других регионов, особенно Тихоокеанского кольца, рассматриваются особенности глобальной тектонической эволюции континентов, влиявшие на формирование и размещение данных месторождений в возрастном диапазоне от архея до кайнозоя. Значительная часть статьи посвящена специфике строения порфирировых систем (Sillitoe, 2010), эволюции их морфологии, условий и признаков их кластеризации и/или развития линейных “порфирировых трендов”, оценки их деформированности, расшифровки их кинематики как при формировании, так и при последующей пострудной истории. Особый интерес представляют примеры истории открытия крупных медно-порфирировых месторождений на основе переосмысления и переоценки существовавших геологических моделей их строения.

В статье А.Ф. Читалина и др. (Читалин и др., 2024) дана характеристика Баимской рудной зоны

Западной Чукотки, в которой находится крупнейшее золото-молибден-меднопорфирировое месторождение Песчанка и серия сопровождающих его крупных эпиптермальных объектов. Авторы отмечают, что формирование рудной минерализации порфирировых и эпиптермальных рудных систем Баимской рудной зоны происходило в раннемеловое время в зоне глубинного правого сдвига северо-западного простирания. При этом предполагается, что меридиональные структуры растяжения и диагональные сколы в сдвиговой зоне контролировали позицию и морфологию интрузивных тел монцонитоидов и парагенетически связанных с ними рудных штокверков с медно-порфирировой и золото-серебряной эпиптермальней минерализацией. Описана зональность аномальных геохимических полей вторичных ореолов и первичная геохимическая зональность месторождения Песчанка и Находкинского рудного поля. На основе реконструкции вертикальной зональности для месторождения Песчанка установлен верхне-среднерудный срез, а для проявлений, расположенных в различных частях Находкинского рудного поля, эрозионный срез изменяется от верхнерудного до нижнерудного. Авторами выявлены новые перспективные участки в пределах Баимской рудной зоны, где прогнозируется промышленное медно-порфирировое и золото-серебряное эпиптермальное оруденение.

Природа Сорского Cu-Mo-порфирирового месторождения в Кузнецком Алатау рассматривается в статье А.Н. Берзиной и др. (Берзина и др., 2024). Оно тесно ассоциирует с малыми интрузиями (штоки, дайки) порфирировых пород, локализованными в Уйбатском плутоне. Плутон и малые интрузии сложены породами габброидной, монцонитоидной

и гранит-лейкогранитной ассоциаций. Габброиды и монцитонитоиды сформировались вследствие фракционной дифференциации мантийной мафической магмы и ассимиляции нижнекорового материала. Полученные авторами U-Pb датировки и геохимические характеристики (содержания породообразующих и редких элементов и изотопные составы Nd, Sr, Pb) позволяют предполагать отсутствие генетической связи между породами повышенной основности и гранит-лейкогранитной ассоциацией. Согласно U-Pb данным, становление плутона произошло ~478, а внедрение малых интрузий ~462 ± 5 млн лет назад, причем расплавы для первых и вторых генерировались разными средне-верхнекоровыми очагами, но формировавшимися в связи с поступлением магмы из единого нижнекорового магматического резервуара. Таким образом, магматизм малых интрузий не являлся продолжением плутоногенного этапа, а связь магматизма плутона и малых интрузий опосредована через общий глубинный очаг. Широкое развитие на Сорском месторождении эксплозивных брекчий и брекчиевых разновидностей руд свидетельствует о высокой флюидонасыщенности магмы, питавшей поздние малые интрузии, что было обусловлено воздыманием вмещающего его тектонического блока, декомпрессией и отделением рудоносных флюидов от быстро кристаллизующегося остаточного расплава (ср., Yang et al., 2009).

Статьи В.С. Веснина и др. (Веснин и др., 2024), Т.В. Светлицкой и П.А. Неволько (Светлицкая, Неволько, 2024) посвящены группе порфириковых месторождений Восточного Забайкалья, распространенных в этом крупном регионе развития мезозойского высококалийного известково-щелочного и шошонитового магматизма (Таусон и др., 1984, 1987; Зорина и др., 1986; Соловьев, 2014). В частности, статья В.С. Веснина и др. (Веснин и др., 2024) содержит новые данные по Быстринскому крупному Cu-Au-Fe порфириково-скарновому и Шахтаминскому среднему по масштабам Mo порфириковому месторождениям, расположенным в этом регионе. Авторы изучили состав летучих компонентов и редкоземельных элементов в апатитах из магматических пород рудоносных и безрудных интрузий этих месторождений. По данным, полученным авторами, апатиты безрудных интрузий медно-порфириковых месторождений отличаются высокими концентрациями хлора (более 0.8 мас.%), а рудоносные интрузии Быстринского и Шахтаминского месторождений характеризуются повышенными содержаниями серы в апатите и высокими значениями величины Eu/Eu* (> 0.4), что указывает на повышенные окисленность и водонасыщенность исходного

расплава. Отмеченные характеристики состава летучих компонентов и редкоземельных элементов апатита магматических пород интересны в аспекте выявления признаков рудоносности на порфирировое оруденение.

В статье Т.В. Светлицкой и П.А. Неволько (Светлицкая, Неволько, 2024) на основе анализа геохимических данных по составу пород гранитоидных интрузий Жирекенского молибден-порфирикового месторождения в Восточном Забайкалье, возрасту и составу акцессорного циркона из этих гранитоидов сделаны выводы о возрастной позиции и металлогеническом потенциале данных интрузий. Авторы утверждают, что изученные интрузии Жирекенского месторождения не могут быть генетически связаны с молибден-порфириковой минерализацией, поскольку являются производными слабоокисленных магм. По их мнению, гранитоидная интрузия, с которой генетически связана молибденовая минерализация Жирекенского месторождения, либо не вскрыта, либо представлена породами, не охваченными как их, так и более ранними исследованиями. Несмотря на дискуссионность этих выводов в связи с ограниченной правомочностью сравнения интрузий, развитых на месторождении, со сравнительно более “восстановленной” (или “умеренно-окисленной”) молибденовой минерализацией, с интрузиями заведомо гораздо более “окисленных” Fe-Au-Cu месторождений, данная статья представляет интерес в аспектах выявления и верификации геохимических и минеральных индикаторов продуктивных интрузий, связанных с порфириковыми и скарновыми системами. Такое направление исследований в настоящее время является одним из ведущих научных трендов в изучении месторождений “порфирикового семейства” (Cooke et al., 2015; Bouzari et al., 2016; Lu et al., 2016).

Особенности порфириковых месторождений Восточной Сибири, в данном случае Алданского щита, рассмотрены далее в статье Shatova et al., 2024 (перевод оригинальной статьи Шатова и др., 2019), опубликованной в англоязычной версии данного выпуска. В этой статье приведена краткая геологическая характеристика месторождения Рябиновое — весьма редкого и необычного по своим особенностям порфирикового объекта, принадлежащего к золото-молибден-медным (до золото-медных) месторождениям, связанным с высококальциевыми известково-щелочными (до шошонитовой серии) гранитоидами “недосыщенного кремнеземом” (“silica-undersaturated”) типа (Lang et al., 1993, 1995). Такие месторождения известны лишь в ограниченном числе регионов мира, в первую очередь, в мезозойских островодужных системах

Британской Колумбии (Канадские Кордильеры) (Bissig, Cooke, 2014; Muller, Groves, 2019); другим регионом их развития являются позднемеловые палеоостроводужные системы Камчатки (Soloviev et al., 2021). Соответственно, весьма необычна магматическая ассоциация данного месторождения, которая включает ранние эгирин-авгитовые щелочнополевошпатовые сиениты, сиенит-порфиры и кварцевые сиениты (нордмаркиты), и поздние щелочные габброиды, монцонитоиды, меланократовые эгирин-авгитовые сиениты, флогопит-пироксеновые лампрофиры (минетты) и эруптивные брекчии с цементом лампроитового состава. В целом эти породы принадлежат единой антидромно развивавшейся во времени бимодальной магматической серии щелочных высококалийевых пород сиенитового и лампроит-щелочнобазальтового составов. Авторы дали геологическую характеристику месторождения и особенно детально изучили различные рудоносные и околорудные метасоматиты этого сложного, многостадийного объекта. Они показали, что в первую, дорудную, стадию были образованы высокотемпературные калиево-натриевые метасоматиты — эгириновые фельдшпатиты, во вторую — средне-низкотемпературные околорудные гумбеиты в виде двух фациальных разновидностей — карбонат-серицит-мусковит-ортотлазовой и кварц-карбонат-барит-адуляровой. В статье приводятся и обсуждаются результаты изотопных исследований перечисленных метасоматитов и рудной минерализации.

Завершает спецвыпуск статья Shishkanova et al., 2024 (перевод оригинальной статьи Шишкановой и др., 2022), опубликованная в англоязычной версии данного выпуска и посвященная изучению Мутновского эпитеpmального Ag-Au месторождения. Это месторождение приурочено к крупной палеоген-четвертичной вулканической постройке (Жировскому палеовулкану), в строении которого олигоценовые образования представлены брекчированными андезитами, миоценовые — интрузиями диоритов, габбродиоритов, дайками диоритов, кварцевых диоритов, андезитов, базальтов кварцевых порфиров, плиоценовые — дайками и трубками взрыва андезитов, андезибазальтов, агломератовыми и псефитовыми туфобрекчиями, четвертичные — базальтами, андезибазальтами. Месторождение представлено сериями кварц-карбонатных, карбонатных жил, зон прожилкования, минерализованных зон дробления, несущих золото-серебро-полиметаллическое оруденение. Особенностью месторождения является широкое развитие полиметаллической минерализации, так что различаются как малосульфидные (золото-серебряные), так и сульфидно-полиметаллические

(золото-серебро-полиметаллические) типы руд, последние — с пиритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, блеклой рудой, теллуридами Au, Ag, Pb, Bi, сульфосолями Bi, Se, Ag. Авторами выполнено детальное изучение этой минерализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Берзина А.Н., Берзина А.П., Гимон В.О. Возраст и связь магматизма плутона и малых интрузий (Сорское Cu-Мо-порфировое месторождение, Хакасия) // Геология руд. месторождений. 2024. № 1. С. 49–75.

Веснин В.С., Неволько П.А., Светлицкая Т.В., Фоминых П.А., Бондарчук Д.В. Состав апатита как инструмент оценки рудоносности порфировых (на примере Шахтаминского Мо-порфирового и Быстринского Cu-Au-Fe-порфирово-скарнового месторождений, Восточное Забайкалье, Россия) // Геология руд. месторождений. 2024. № 1. С. 113–132.

Зорина Л.Д., Куликова З.И., Баумштейн В.И., Смирнов В.П. Петрохимические и геохимические особенности вулканоплутоновой ассоциации Быстринской тектономагматической структуры (Восточное Забайкалье) // Геология и геофизика. 1986. № 9. С. 67–74.

Светлицкая Т.В., Неволько П.А. U–Pb возраст, состав циркона и геохимические характеристики гранитоидов Жирекенского Мо-порфирового месторождения, Восточное Забайкалье, Россия: новый взгляд на связь с минерализацией // Геология руд. месторождений. 2024. № 1. С. 76–112.

Соловьев С.Г. Металлогения шошонитового магматизма. М.: Научный мир, 2014. Т. 1. 528 с. Т. 2. 472 с.

Таусон Л.В., Антипин В.С., Захаров М.Н., Зубков В.С. Геохимия мезозойских латитов Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1984. 215 с.

Таусон Л.В., Гундобин Г.М., Зорина Л.Д. Геохимические поля рудно-магматических систем. Новосибирск: Наука, 1987. 202 с.

Читалин А.Ф., Бакиев И.А., Николаев Ю.Н. Медно-порфировая и эпитеpmальная золото-серебряная минерализация Баимской рудной зоны, Западная Чукотка, Россия // Геология руд. месторождений. 2024. № 1. С. 27–47.

Шатова Н.В., Молчанов А.В., Терехов А.В., Шатов В.В., Петров О.В., Сергеев С.А., Прасолов Э.М., Дворник Г.П., Леонтьев В.И. Рябиновое медно-золото-порфировое месторождение (Южная Якутия): геологическое строение, геохимия изотопов благородных газов и изотопное (U–Pb, Rb–Sr, Re–Os) датирование околорудных метасоматитов и оруденения // Региональная геология и металлогения. 2019. № 77. С. 75–97.

Шишканова К.О., Округин В.М., Философова Т.М. Особенности минералогии руд южного фланга золото-серебро-полиметаллического месторождения Мутновское (Южная Камчатка). // Руды и металлы. 2022. № 3. С. 78–100.

Якубчук А.С. Порфировые месторождения Северной Евразии: практические аспекты тектонического контроля,

- структурных особенностей и оценки эрозионного среза от Урала до Тихого океана // Геология руд. месторождений. 2024. № 1. С. 7–26.
- Bissig T., Cooke D.R.* Introduction to the special issue devoted to alkalic porphyry Cu-Au and epithermal Au deposits // *Econ. Geology*. 2014. V. 109. P. 819–825.
- Bouzari F., Hart C.J., Bissig T., Barker S.* Hydrothermal alteration revealed by apatite luminescence and chemistry: a potential indicator mineral for exploring covered porphyry copper deposits // *Econ. Geology*. 2016. V. 111. № 6. P. 1397–1410.
- Cooke D.R., Wilkinson J.J., Baker M., Agnew P., Martin H., Chang Z., Chen H., Gemmel J.B., Wilkinson C. C., Inglis S., Danyushevsky L., Gilbert S., Hollings P.* Using mineral chemistry to detect the location of concealed porphyry deposits — an example from Resolution, Arizona. // 27th International Association of Geochemistry Symposium. Conf. Proc., USA, 20–24th April. 2015. P. 1–6.
- Lang J.R., Lueck B., Mortensen J.K., Russell J.K., Stanley C.R., Thompson J.F.H.* Triassic-Jurassic silica-undersaturated and silica-saturated alkalic intrusions in the Cordillera of British Columbia: implications for arc magmatism // *Geology*. 1995. V. 23. P. 451–454.
- Lang J.R., Stanley C.R., Thompson H.F.H.* A subdivision of alkalic porphyry Cu-Au deposits into silica-saturated and silica-undersaturated subtypes. In: *Porphyry Copper-Gold Systems of British Columbia*. MDRU, University of British Columbia, Annual Technical Report — Year 2. 1993. P. 3.2–3.14.
- Lu Y.J., Loucks R.R., Fiorentini M., McCuaig T.C., Evans N.J., Yang Z.M., Hou Z.Q., Kirkland C.L., Parra-Avila L.A., Kobussen A.* Zircon compositions as a pathfinder for porphyry Cu ± Mo ± Au deposits // *Soc. Econ. Geol. Special Publ.* 2016. V. 19. P. 329–347.
- Muller D., Groves D.I.* Potassic igneous rocks and associated gold-copper mineralization. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature, Berlin-Heidelberg-New York, 5th edition. 2019. 398 p.
- Sillitoe R.H.* Porphyry copper systems // *Econ. Geology*. 2010. V. 105. P. 3–41.
- Soloviev S.G., Kryazhev S.G., Shapovalenko V.N., Collins G.S., Dvurechenskaya S.S., Bukhanova D.S., Ezhov A.I., Voskresensky K.I.* The Kirganik alkalic porphyry Cu-Au prospect in Kamchatka, Eastern Russia: A shoshonite-related, silica-undersaturated mineralized system in a Late Cretaceous island arc setting // *Ore Geology Reviews*. 2021. V. 128. Paper 103893.