

Геология и геохимия месторождений полезных ископаемых

УДК 553.43

МЕТАЛЛОГЕНИЯ МЕДИ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОЙ ПРОВИНЦИИ

В.С. Чечеткин¹, А.И. Трубачев²

¹Читинское отделение РосГЕО, 67200, Россия, г. Чита, ул. Амурская, 91.

²Забайкальский государственный университет, 672039, Россия, г. Чита, ул. Александровская, 30.

Рассмотрены геотектонические позиции меденосных районов, формационные типы и генетические особенности месторождений меди на территории Центральной Азии, включающей структуры Сибирской, Китайской платформ и Центрально-Азиатского (Забайкальско-Монгольского) складчатого пояса.

Показано, что в процессе геологического развития этого региона от рифея до кайнозоя существовали различные геодинамические обстановки: зоны спрединга, трансформные разломы, активные и пассивные континентальные окраины, островные дуги, вулканитные рифтовые зоны и др.

Месторождения меди региона относятся к ряду формационно-генетических типов: на юге Сибирской платформы распространена формация медистых песчаников и сланцев (Удокан), формации медно-никелевого оруденения с платиноидами в коматиитах (Олондинский трог) и меденосных габброидов (Чинийское); на Китайской платформе установлены следующие формации: медно-порфировая, скарновая, связанная с интрузиями кислого состава, колчеданная, сульфидная медно-никелевая, стратиформная и др.; в складчатых сооружениях Забайкальско-Монгольского пояса известны медно-молибден-порфировая (Эрдэнэт), медно-золото-порфировая, молибден-медно-порфировая (Жирекен), медно-скарновая (Быстринское) формации.

Главными металлогеническими эпохами медеобразования в регионе являются протерозойская, позд-непалеозойская и мезозойская.

Руды отличаются сложным составом: распространены халькопирит, борнит, халькозин, пирротин, молибденит, магнетит, серебро. Основную ценность представляют медь, молибден, золото, серебро, висмут, вольфрам, свинец, цинк. Источниками рудного вещества могли быть мантийные флюиды, поступавшие с магмой, гидротермальный и гидрогенный процессы, а также процессы мобилизации вещества из вмещающих пород.

Сделан вывод, что в различных геотектонических условиях региона распространены разнотипные месторождения меди, но главенствующее значение имеют четыре формации месторождений: медистых песчаников и сланцев; комплексных медно-порфировых руд; сульфидных медно-никелевых руд в габброидах; медно-сульфидно-кварцевых руд гидротермального и скарнового генезиса.

Библиогр. 14 назв. Ил. 1. Табл. 2

Ключевые слова: медные месторождения; рудовмещающая формация; рудообразующие минералы; полезные компоненты; запасы; геотектоническая позиция; источники металлов.

CENTRAL ASIAN PROVINCE COPPER METALLOGENY

V.S. Chechetkin, A.I. Trubachev

Chita branch of Russian Geological Society, 91 Amurskaya St., Chita, 67200, Russia.

Transbaikal State University, 30 Aleksandrozavodskaya St., Chita, 672039, Russia.

The article deals with the geotectonic positions of copper-bearing areas, formation types and genetic features of copper deposits in Central Asia that includes the structures of the Siberian, Chinese platforms and the Central Asian (Trans-Baikal-Mongolian) fold belt.

¹Чечеткин Владимир Степанович, кандидат геолого-минералогических наук, тел.: 89144850951.

Chechetkin Vladimir, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, tel.: 89144850951.

²Трубачев Алексей Иванович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, тел.: 89243747631, e-mail: geoXXI@mail.ru

Trubachev Aleksei, Doctor of Geological and Mineralogical sciences, Professor, tel.: 89243747631, e-mail: geoXXI@mail.ru

It is shown that the process of geological development of the region from the Riphean to Cenozoic features the presence of various geodynamic settings: spreading zones, transform faults, active and passive continental margins, island arcs, intraplate rift zones, and others.

Regional copper deposits are referred to a number of formation-genetic types: the formation of copper-bearing sandstones and shales (Udokan) as well as the formations of copper-nickel mineralization with platinoids in komatiites (Olondinsky trough) and copper-bearing gabbroids (Chiniyskoye) are predominant in the south of the Siberian platform; the Chinese platform is characterized with the following formations: porphyry-copper, skarn associated with felsic intrusions, pyrite, copper-nickel sulfide, stratiform and other formations; the folded structures of the Trans-Baikal-Mongolian belt present copper-molybdenum-porphyry (Erdenet), copper-gold-porphyry, molybdenum-copper-porphyry (Zhireken), and copper-skarn (Bystrinskoye) formations.

The Proterozoic, Late Paleozoic and Mesozoic eras are the main metallogenic epochs of copper formation in the region.

The ores are of complex composition: chalcopyrite, bornite, chalcocite, pyrrhotine, molybdenite, magnetite, silver are pervasive. Copper, molybdenum, gold, silver, bismuth, tungsten, lead and zinc are the most valuable. Mantle fluids inflowing with magma, hydrothermal and hydrogenous processes as well as the processes of substance mobilization from the host rocks could be the sources of ore material.

It is concluded that different-type copper deposits are spread in various geotectonic conditions of the region, whereas the greatest significance belongs to the four formations of deposits: copper sandstones and shales; complex porphyry copper ores; copper-nickel sulfide ores in gabbroids; copper-sulfide-quartz ores of hydrothermal and skarn genesis.

14 sources. 1 figure. 2 tables

Key words: copper deposits; ore bearing formation; ore forming minerals; useful components; resources; geotectonic position; sources of metals.

В геологическом плане на рассматриваемой территории (рисунок) выделяются различные структуры Сибирской и Китайской платформ и располагающиеся между ними разнообразные складчатые сооружения Забайкальско-Монгольского пояса, сформированные в течение протерозоя, палеозоя, мезозоя и кайнозоя [2–6, 11, 14]. С точки зрения геосинклинальной гипотезы этот участок земной коры был сформирован в результате байкальской, каледонской и герцинской эпох складчатости и процессов мезозойской тектоно-магматической активизации.

По версии тектоники плит на этой территории, начиная от рифея до кайнозоя, существовали почти все известные типы геодинамических обстановок: срединно-океанических спрединговых зон, зон трансформных разломов, активных и пассивных континентальных окраин, энсиматических и энсиалических островных дуг, окраинно- и внутриконтинентальных рифтовых зон и областей внутриплитного магматизма. Все эти обстановки заложились и развивались в пределах Палеоазиатского и Монголо-Охотского океанов. Континентальная кора сформирована в ре-

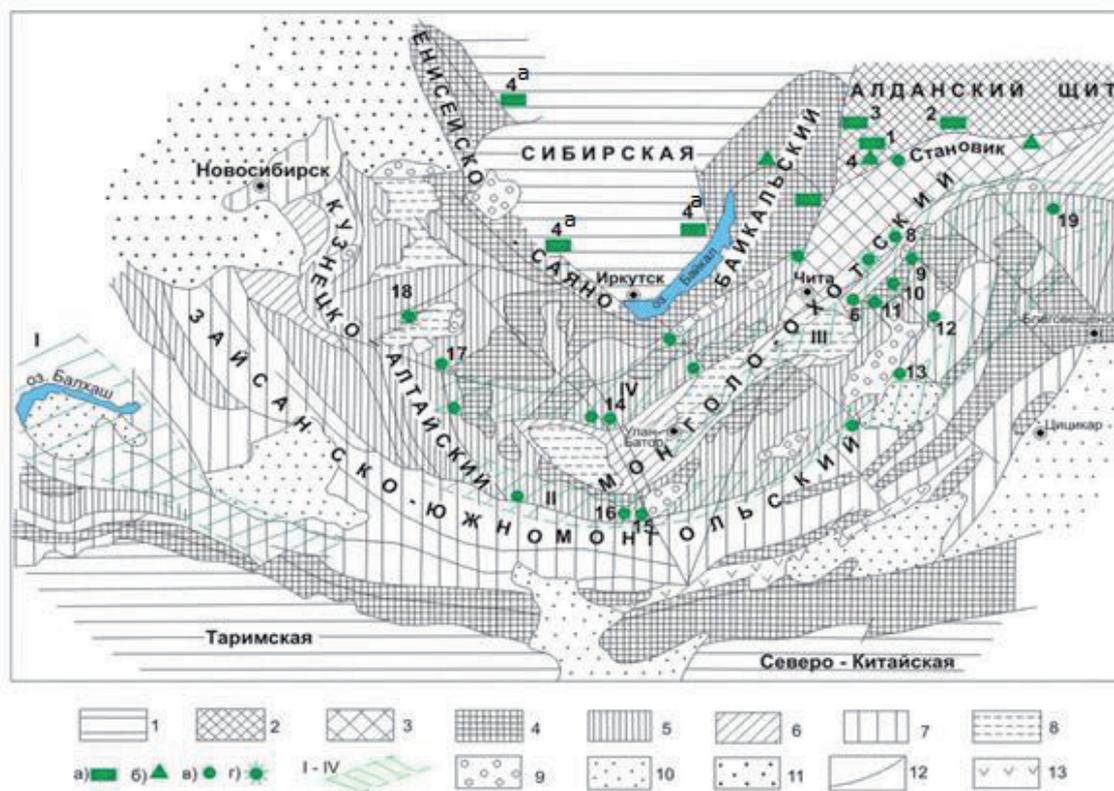
зультате аккреционных и коллизионных процессов, происходивших на этой огромной территории в разное время (от нижнего палеозоя до триаса) и приведших к присоединению ее к Сибирскому кратону. В мезозойскую эпоху геодинамического развития региона происходит надвигание Сибирского континента на структуры Монголо-Охотского океана, в результате чего сформировались многочисленные вулканотектонические структуры, сложенные вулканитами островодужных серий в ассоциации с гранитоидами различной щелочности и кислотности [2–4].

По мнению Г.С. Гусева и В.Е. Хаина [5] рассматриваемый регион представляет собой соединение трех супертеррейнов: Байкало-Витимского, Алдано-Станового и Монголо-Охотского, – причленение которых к Сибирскому кратону началось в протерозое, продолжилось в палеозое и мезозое. Предполагается, что формирование вулканоплутонических и вулканогенно-осадочных комплексов Забайкалья, Монголии и Северного Китая связано с Большехинганской активной окраиной, функционирование которой обусловлено субдукцией океанической коры.

Окончательная коллизия Сибирского континента с Монголо-Китайским по Монголо-Охотской сутуре произошла на рубеже ранней и средней юры, а сопутствующие ей тектонические движения и магматизм продолжались до конца поздней юры, когда они сменились рифтогенезом.

В пределах рассматриваемого региона выявлены разнообразные месторождения меди (см. рисунок), принадлежащие различным формационно-генетическим типам (табл. 1, 2).

На юге Сибирской платформы и в ее складчатом обрамлении установлены месторождения и многочисленные проявле-



Главные элементы Центрально-Азиатской металлогенической провинции

Составили В.С. Четкин, А.И. Трубачев по материалам В.И. Сотникова, Э.Г. Дистанова и др.(1988) с дополнениями и уточнениями.

Структурные элементы: 1 – платформы; 2 – Алданский щит; 3–7 – складчатые области: 3 – нижнепротерозойские (Становой хребет), 4 – байкальские (рифейские), древние блоки в каледонских и герцинских структурах, 5 – каледонские, 6 – каледонско-герцинские, 7 – герцинские; 8 – герцинские унаследованные и наложенные орогенные прогибы; 9 – мезозойские дейтерогенные терригенно-вулканогенные прогибы и впадины; 10 – кайнозойские впадины; 11 – чехол Западно-Сибирской плиты; 12 – глубинные разломы; 13 – герцинские офиолиты.

Металлогенические пояса указаны подписями: Енисейско-Саяно-Байкальский рифейский, Кузнецко-Алтайский каледонско-герцинский, Монголо-Охотский существенно мезозойский, Зайсано-Южно-Монгольский герцинский.

Формации и месторождения указаны буквами (а, б, в) и арабскими цифрами: а – медистые песчаники и сланцы (1 – Удоканское, 2 – Бурпалинское, 3 – Сьюльбанская группа, 4^а – проявления медистых песчаников); б – медно-никелевые в расслоенных базитовых массивах (4 – Чинейское); в – медно-порфировые в чехле Сибирской платформы (8 – Урюмское, 9 – Лугоканское, 10 – Култуминское, 11 – Быстринское, 12 – Шамянское, 13 – Унгутошаньское, 14 – Эрдекетуинобо, 15 – Цаган-Субурга, 16 – Оую-Тологой, 17 – Аксуг, 18 – Сора, 19 – Боргуликан); г) молибден-медно-порфировые (5 – Орекиткан, 6 – Бугдая, 7 – Жирекен).

Медно-порфировые и молибден-медно-порфировые пояса указаны римскими цифрами: I – Прибалхашский, II – Южно-Монгольский, III – Газимурский (Центрально-Монгольский), IV – Северо-Монгольско-Орекитканский

Таблица 1

Геотектоническая позиция меденосных формаций и важнейших месторождений меди Центральной Азии [9–14]

Месторождение	Формационный тип	Рудовмещающая формация	Геотектоническая позиция
Эрдэнетуин-Обо	Медно-молибден-порфировый	Монцонит-гранодиорит-порфировая	Селенга-Гоби-Ханкайская дуга
Цаган-Субурга		Габбро-диорит-гранодиоритовая	Гурвин-Саянский террейн
Хармагтай	Медно-золото-порфировый	Монцонит-диоритовая	Казахстано-Монгольская дуга
Оую-Тологой		Монцонит-андезит-дацитовая	
Дубоашань	Медно-золото-молибден-порфировый	Гранодиорит-порфировая	Казахстано-Монгольская дуга
Тава-Яндонг	Медно-золото-порфировый	Диорит-плагиогранит-порфировая	
Тонгшан	Медно-молибден-порфировый	Диорит-гранодиорит-порфировая	Селенга-Гоби-Ханкайская дуга
Вангетушан			
Шимен, Шанси, Лосюэ-Инмин, Вэйнин и др.	Медистых песчаников и сланцев	Вулканогенно-терригенно-карбонатная	Китайская платформа: краевые прогибы, межгорные впадины
Тунлушань, Тунгуашань, Фэнсаньдун	Медно-скарновый	Гранитоидно-карбонатная	В зонах сопряжения Китайской платформы со складчатыми поясами
Хунтоушань, Духоншань, Лалачан, Байинчан	Медно-колчеданный	Вулканогенно-терригенно-карбонатная	Складчатые сооружения
Бэйцэяжуэй	Сульфидный медно-никелевый	Базит-ультрабазитовая	Зоны активизации Китайской платформы
Удокан, Саку, Ункур, Бурпала и др.	Медистые песчаники и сланцы	Пестроцветная терригенно-карбонатная	Кодаро-Удоканский прогиб на Алданском щите
Чинейское	Меденосные габброиды		
Быстринское, Лугоканское, Култуминское	Медно-скарновый (порфировый)	Метасоматит-скарновая (карбонатная)	Газимурский (Центрально-Монгольский) складчатый пояс
Жирекенское	Молибден-медно-порфировый	Диорит-гранодиоритовая	Монголо-Охотский мезозойский пояс
Уронайское, Харатуйское	Си-Ау-висмутовый скарновый	Гранодиорит-порфировая, карбонатная	Агинская плита (Уронайская купольная структура)
Олондинское поле	Сульфидный медно-никелевый	Коматиитовая	Олондинский трог в Алданском щите

ния меди, относящиеся к следующим формационным типам:

- медно-никелевые сульфидные в коматиитовых формациях;
- медистые песчаники и сланцы;

- меденосные габброиды и медно-сульфидно-кварцевые, которые тяготеют к впадинам, грабенам, прогибам, авлакогенам и склонам выступов Алданского щита.

Таблица 2

**Минерагеническая характеристика важнейших месторождений меди
Центральной Азии [9–14]**

Месторождения	Рудообразующие минералы	Полезные компоненты	Запасы, ресурсы
1	2	3	4
Эрдэнетуин-Обо	Молибденит, халькопирит, пирит, борнит	Cu - 0,62 % Mo - 0,025 % (W, Ag, Pb, Zn)	Руда - 1,78 млрд т Cu - 11 млн т Mo - 0,45 млн т
Цаган-Субурга	Халькопирит, борнит, халькозин, молибденит, пирит	Cu - 0,53 % Mo - 0,02	Руда - 1,3 млрд т Cu - 6,6 млн т Mo - 260 т
Хармагтай	Халькопирит, пирит, борнит, молибденит, золото, теллуриды Au, магнетит, галенит, сфалерит	Cu-0,5-0,8 %, Au-0,7-1,25 г/т	
Оую-Тологой	Халькопирит, борнит, пирит золото, магнетит, халькозин, энаргит, блеклые руды	Cu - 1,1 % Au - 0,35 г/т	Руда - 2,3 млрд т Cu - 27 млн т Au – 810 т
Дуобаошань	Борнит, халькопирит, пирит, куприт, молибденит	Cu - 0.47 % Au - 0.14г/т	Руда - 508 млн т Cu - 2.4 млн т Au – 70 т
Тава-Яндонг	Халькопирит, пирит, борнит, сфалерит, молибденит, магнетит, халькозин, дигенит	Cu - 0.7 % Au - 0.15 г/т	Руда - 144,5 млн т Cu – 7 млн т Au - 21.6 т
Тонгшан	Халькопирит, борнит, молибденит	Cu-0.47 Mo-0.023 %	Руда - 180 млн т Cu - 0.8 млн т Mo - 0.04млн т
Вангетушан	То же	Cu - 0.45 Mo - 0.09 %	Руда - 495 млн т Cu - 2.2 млн т Mo - 0.45 млн т
Шимен, Шанси, Лосюэ-Инмин, Вэйнин и др.	Халькозин, борнит, халькопирит, пирит, галенит, сфалерит	Cu - от десятых до первых %, (Ag,Au,Co,Ni,Pb,Zn)	
Тунлушань, Тунгуашань, Фэнсаньдун	Халькопирит, борнит, пирит, пирротин, магнетит, молибденит	Cu - до первых % Fe – десятки % Mo - десятые доли %	
Хунтоушань, Духоншань, Лалачан, Байинчан	Халькопирит, пирит, пирротин, галенит, сфалерит	Cu - первые % Pb, Zn, Au	
Бэй-цейажуйжи	Пирротин, халькопирит, пентландит, кубанит, валлериит, миллерит, медно-никелевые магнетит и халькопирит, галенит, сфалерит	Cu – первые % Ni – десятые доли %; Pb, Zn, Ag, Au, Pt	
Удокан, Саку, Ункур, Бурпала и др.	Халькозин, джарлеит, дигенит, халькопирит, пирит	Cu - 0.8-2 % Ag - 1-10 г/т Au - 0.0n г/т	Cu – 30-32 млн т Ag – тысячи т Au – десятки т
Быстринское, Лугоканское, Култуминское	Халькопирит, пирит, борнит, галенит, сфалерит, магнетит, арсенопирит, вольфрамит, пирротин, золото, серебро, молибденит	Cu - до 1,58 Au - до 1,5 г/т, Ag - до 22г/т Fe, Pb, Zn, W, Mo, B	Руда - 892 млн т, Cu - 7,7 млн т Au – 600 т Ag - 9000 т

1	2	3	4
Чинейское	Халькопирит, пирит, пирротин, сульфиды Co, Ni, платиноиды, золото, серебро и др.	Cu - 0,5-10% (Co, Ni, Au, Ag, Pt, Pd)	Cu – 8-10 млн т
Жирекенское	Молибденит, халькопирит, галенит, сфалерит, пирротин, блеклые руды, арсенопирит, борнит, золото	Mo - до 0,15 Cu – до 0,15 Re, Se, Te, Bi, Au	Mo - сотни тыс.т Cu - десятки тыс.т
Уронайское, Харатуйское	Сульфиды меди, висмута, кобальта, золото, теллуриды золота	Cu - 0,7-1,4 Au - 4,7 Bi - 0,2 WO ₃ -0,21 Ag-11-14 г/т	Cu – 22 тыс.т Ag - 254 т, Au – 77 т WO ₃ -73 тыс.т
Олондинское поле	Сульфиды меди, никеля, кобальта	Co, Ni, Cu	

Сульфидное медно-никелевое оруденение с платиноидами в коматиитах установлено в позднеархейском Олондинском зеленокаменном трогее.

Формация медистых песчаников и сланцев развита в пределах нескольких меденосных зон [9]: Кодаро-Удоканской, Кондо-Каренгской, Ньюско-Березовской, Олекмо-Токкинской, Восточно-Алданской. В их пределах это оруденение сосредоточено в пестроцветных терригенных, терригенно-карбонатных и вулканогенно-осадочных толщах с возрастом от протерозоя до карбона – месторождения Удокан, Ункур, Правый Ингамакит, Бурпала и др.

Формация меденосных габброидов в Кодаро-Удоканской зоне представлена Чинейским дифференцированным верхнепротерозойским интрузивом. Здесь медное оруденение сосредоточено в приконтактовой (с меденосной удоканской серией) зоне лополита, где зафиксированы эндоконтактовые и экзоконтактовые халькопирит-пирротин-пиритовые руды с содержанием меди от 0,5 до 7–10 %. В этой же зоне известны Луктурский, Верхнесауканский и Эбкочанский массивы с медью [10, 13].

В пределах Китайской платформы и ее обрамления установлены следующие типы медных месторождений:

-магматические медно-никелевые и ванадий-железо-медные (на их долю

приходится 6,7 % разведанных запасов Китая);

- скарновые (11,8 % запасов);
- медно-порфиновые (44,4 %);
- медно-колчеданные (11,9 %);

-стратиформные медистых песчаников и сланцев (23,5 %);

- кварц-сульфидно-жильные (1,7 %).

Большая часть геолого-промышленных типов медных месторождений связана с магматизмом, в частности *медно-порфиновые* (Дуобаошань, Ванаетушан, Тункуань, Йулун, Десин) и *скарновые* типы (Тунлушань, Тунгуаньшань, Фэнсандун) ассоциируют с интрузиями кислого состава; *колчеданные* (Хунтоушань, Духоншань, Лалочан, Байинчан) – со спилиткератофировыми и натровулканитами; *сульфидные медно-никелевые* (Бэйцэяжуйжи) – с мантийными железоультрабазитами; *стратиформные* месторождения (Шимен, Шаньси, Люсюэ-Инмин, Вэйнин, Миличан, Юнань, Хэйли, Цзянси, Хубэй) – с вулканитами, а также с песчаниками, алевролитами, карбонатными породами. Наиболее важными металлогеническими эпохами медных месторождений Китая являются протерозойская и мезозойская [12].

В складчатых сооружениях между Сибирской и Китайскими платформами, представляющих собой коллаж разновозрастных террейнов с неоднократно

проявленными внутриплитными и магматическими процессами, на пересечении субширотных вулканических поясов и северо-западных разрывов установлены комплексные медные месторождения.

На территории Монголии установлены месторождения медно-молибденовой, медно-скарновой, медно-никелевой в габброидах, самородно-медной, медистых песчаников и сланцев, медноколчеданной и медно-жильной формаций, с явным преобладанием и наиболее экономически значимой медно-золото-молибденовой [11, 14]. Ее месторождения (Эрденет, Цаган-Субарга, Хармагтай, Оую-Тологой) сосредоточены в пределах трех металлогенических поясов: Северомонгольского, Центральномонгольского и Южномонгольского, которые контролируются одноименными субширотными вулканическими поясами, сформированными в позднем палеозое – раннем мезозое и являющимися производными глубинных монзонитовых формаций [11].

Перечисленные монгольские пояса имеют продолжение и на соседних территориях: Северомонгольский прослеживается на территорию Тывы (месторождение Аксуг); Центральномонгольский – на восток, где в пределах Забайкальского края установлены месторождения Газимурского медно-порфирового пояса; Южномонгольский пояс на западе переходит в Казахстан, Киргизию и Узбекистан с группой месторождений: Бошекуль, Коунрад, Саяк, Нурказган, Актогай, Берли, Кокшай, Алмалык, Талдыбулак [14].

В пределах Забайкалья наиболее известны Жирекенское и группа месторождений Газимурского пояса (см. рисунок). Жирекенское месторождение приурочено к одноименному субвулканическому комплексу в виде штоков и даек гранитоидов, разбитых разрывными нарушениями разного направления. В рудном штокверке с неравномерным оруденением широко развиты рудные

брекчии и метасоматические преобразования – калишпатизация, аргиллизация, серицитизация. Основные компоненты руд молибден и медь [10, 11, 13].

В Газимурском порфировом поясе разведаны месторождения трех крупных полей: Лугоканское медное с золотом и серебром, Быстринское медное с молибденом, железом, золотом, серебром, вольфрамом и Култуминское медное с золотом, серебром, железом, бором. Оруденение этих месторождений возникло при воздействии гранодиоритов, гранит-порфиров юрского возраста на терригенно-карбонатные толщи палеозоя и размещается в виде линз, пластов, штокверков (с размерами от первых метров до сотен метров, иногда первых километров по простиранию, по падению – десятки-сотни метров с мощностью от первых метров до десятков метров) в метасоматитах и скарнах. В размещении интрузивов и рудных тел большую роль играли разломы различной ориентировки. Общие ресурсы этих месторождений таковы: меди – 7,7 млн т, золота – 600 т, серебра – 9000 т, а руды в целом – около 900 млн т. Кроме этих месторождений заметными перспективами по меди и другим металлам обладает Уронайское медно-золото-висмутовое месторождение (Агинская плита) и Харатуйское проявление в экзоконтакте гранодиоритов [10, 13].

Металлогенический потенциал Забайкалья и сопредельных территорий по меди весьма значителен. Только учтенные запасы меди (промышленные, прогнозно-ресурсные) составляют около 100 млн т. Основную промышленную ценность представляют четыре формационно-генетических типа медных месторождений: стратиформные медистые песчаники и сланцы, медно-порфировые, меденосные габброиды, частично скарновые и медноколчеданные.

Главные металлогенические эпохи медеобразования в данном регионе – протерозойская, позднепалеозойская и

мезозойская. В целом же металлогения меди в регионе связана со сложным геологическим формированием Сибирской и Китайской платформ и Монголо-Забайкальского складчатого комплекса, в истории которого неоднократно проявлялись тектонические и магматические процессы под воздействием горячих точек, мантийных плюмов и суперплюмов [2–4].

Состав руд медных месторождений региона довольно сложен как в минеральном, так и геохимическом плане, вследствие чего они считаются комплексными. Кроме меди в рудах промышленную ценность представляют молибден, золото, серебро, железо, бор, рений, селен, теллур, висмут, вольфрам, свинец, цинк. Число рудообразующих минералов достигает нескольких десятков (и даже сотен). Главными из них являются: халькопирит, борнит, халькозин, джарлеит, пирит, пирротин, арсенипирит, молибденит, сульфиды свинца, цинка, висмута, кобальта, никеля, золото и серебро самородные, магнетит, гематит и др. (см. табл. 2).

Об источниках рудного вещества рассматриваемых месторождений существуют различные мнения. По мнению исследователей, изучавших эти месторождения, основным источником меди и других элементов, считаются мантийные флюиды, поступавшие вместе с интрузиями и эффузивами во вмещающие породы разного состава. Это касается медно-порфировых, медно-никелевых и меденосно-габброидных месторождений. Более или менее достоверным считается, что металлы при формировании месторождений медистых песчаников поступали из областей сноса, что доказывается четко выраженной геохимической, петрохимической, минералогической специализацией конкретных меденосных зон и месторождений и разрушающихся континентальных комплексов пород, располагающихся или в непосредственной бли-

зости, или на некотором удалении от этих месторождений. На примере Удоканского месторождения показано, что медь поступала при разрушении ниже лежащих меденосных толщ читкандинской, александровской, инырской свит удоканской серии [9]. Согласно другим взглядам, источник меди в этих месторождениях магматогенно-гидротермальный и вулканогенный, гидрогенный и др. В медно-колчеданных месторождениях источниками меди являются офиолитовые комплексы.

Существуют другие точки зрения на источник металлов. В.Ф. Барабанов [1] считал, что перед геохимиками стоит задача не искать гипотетические, никем никогда не наблюдавшиеся «ювенильные», «батолитовые», «мантийные» и прочие источники руд, а понять условия и химизм процесса, высвобождающего рассеянные атомы и создающего их скопления, т.е. все элементы, по его мнению, находятся всюду, в любой породе. Согласно его подсчетам в 1 км³ гранита находится более 90 тыс. т свинца, 100 тыс. т цинка, 12 тыс. т урана и другие элементы. Из этого он делает вывод, что все элементы есть на месте, надо только понять и объяснить механизм их концентрирования.

А.И. Кривцов [7], анализируя проблему источников рудного вещества, вместо базовой плутонической идеи, согласно которой металлы поступают только вместе с интрузиями из разных глубин, предлагает две новые модели: конвективно-рециклинговую и эксфильтрационную, которые исключают поиски рудоносных флюидов только в магматических телах и тем более в мантии. По этим моделям источником рудного вещества являются вмещающие породы, а в качестве движителя рудогенеза предлагаются малоглубинные магматические тела (по 1-й модели) и силы гравитации нашей планеты (по 2-й модели). По крайней мере, эти модели

хорошо объясняют формирование медно-колчеданных, стратиформных и медно-порфировых месторождений.

Е.С. Кучин [8], рассматривая геологические процессы на Земле, отверг все классические представления о генезисе пород и руд. Он считает, что метаморфизм, вулканизм и формирование месторождений – это следствие тектонических движений, причинами которых являются ротационная энергия и энергия силы тяжести. Никаких рудо-подводящих каналов нет, универсальным источником рудного вещества являются вмещающие породы, главная роль в образовании и размещении рудных тел принадлежит тектоническим структурам, из них рудовмещающими являются зоны разуплотненных пород, формирующиеся на участках флексурных структур. Сутью рудообразования является переход рудного вещества от рассеянного состояния к концентрированному в некотором ограниченном объеме разуплотненных пород, а рудные тела – это продукт метасоматической переработки вмещающих пород.

Таким образом, проблема источников рудного вещества в целом и для медных месторождений в частности остается весьма острой, актуальной и очень важной не только в теоретическом, но и практическом плане, ибо от верного решения ее зависит направление прогнозных, поисковых и разведочных работ.

Краткий обзор представлений об источниках рудного вещества позволяет сделать вывод, что при формировании рассмотренных медных месторождений в регионе могли принимать участие самые разные источники: области сноса, магматические интрузии и эффузии, флюиды. В свете последних идей (В.Ф. Барабанов, А.И. Кривцов, Е.С. Кучин и др.) роль вмещающих пород в качестве основного источника металлов представляется весьма перспективной, особенно при формировании основных геотектонических структур

земной коры по модели тектоники плит. По ней различные горячие точки, мантйные плюмы и суперплюмы, которые действовали на рассматриваемой территории от архея до кайнозоя [2–4], играли огромную роль в качестве мощнейшего энергетического движителя. Они способствовали мобилизации, перемещению и концентрации рудного вещества в определенных благоприятных структурных ловушках, которыми в этом регионе являлись места пересечения субширотных вулканогенно-тектонических поясов с северо-западными разрывными структурами (см. рисунок).

Выводы

1. На рассматриваемой территории основными геотектоническими структурами являются Сибирская и Китайская платформы и располагающийся между ними Забайкальско-Монгольский складчатый пояс, сформированный в течение протерозоя – палеозоя – мезозоя – кайнозоя в обстановке всех известных геодинамических типов – от срединно-океанических спрединговых зон и островных дуг до рифтогенеза и внутриплитного магматизма. Этот пояс представляет собой ансамбль трех крупных супертеррейнов: Байкало-Витимского, Алдано-Станового и Монголо-Охотского, – состоящих в свою очередь из многих более мелких террейнов, разделенных как глобальными (типа Монголо-Охотской сутуры), так и региональными тектоническими разрывами [2–6].

2. В пределах указанных геотектонических структур располагаются многие уникальные и крупные месторождения и рудопроявления меди, относящиеся к различным формационным типам (см. табл. 1, 2), однако основную промышленную ценность представляют 4 типа: медистые песчаники и сланцы, комплексные медно-порфировые, комплексные медно-никелевые в расслоенных габброидах, скарновые и частично медно-сульфидно-кварцевые.

3. Главными металлогеническими эпохами медообразования являются протерозойская и позднепалеозойская. Оруденение ассоциирует с различными по составу интрузивными и эффузивными комплексами и терригенно-карбонатными толщами. Большую роль в размещении и формировании оруденения играют литологический, формационный, магматический и структурно-тектонический факторы. Минерагенический потенциал рассматриваемого региона по меди огромен – свыше 100 млн т.

4. Состав руд большинства медных месторождений довольно сложен как в минералогическом, так и геохимическом плане. Число рудообразующих минералов достигает нескольких десятков, главными из них являются халькопирит, борнит, халькозин, пирит, пирротин, молибденит, сульфиды свинца, цинка, мышьяка, а также золото и серебро самородные. Кроме главного металла – меди, в рудах промышленную ценность представляют молибден, золото, серебро, а также рений, селен, теллур, висмут, вольфрам, иногда свинец, цинк и сурьма.

5. Источники рудного вещества медных месторождений разнообразны: магматические интрузии и эффузии, гидротермы, флюиды, области сноса и др. Вмещающие породы, подвергаясь воздействию тектоники, горячих точек, плюмов, при становлении террейнов в обстановке сложной геодинамики также были важнейшими источниками рудного вещества.

Библиографический список

1. Барабанов В.Ф. Геохимия. Л.: Недра, 1985. 423 с.
2. Гордиенко И.В., Кузьмин М.И. Геодинамика и металлогения Монголо-Забайкальского региона // Геология и геофизика. 1999. Т. 40, № 5. С. 1545–1562.
3. Гордиенко И.В. Геодинамическая и металлогеническая эволюция Забай-

калья в неопротерозое, палеозое и мезозое // Геология и минерагения Забайкалья. Чита: Читагеолсъемка, 2010. С. 117–125.

4. Гордиенко М.В., Булгатов А.Н., Орсов Д.А. Геодинамические обстановки и металлогения Саяно-Байкальской горной области // Отечественная геология. 2013. № 3. С. 7–15.

5. Гусев Г.С., Хаин В.Е. О соотношениях Байкало-Витимского, Алдано-Станового и Монголо-Охотского террейнов // Геотектоника. 1995. № 5. С. 68–82.

6. Зорин Ю.А., Беличенко В.Г., Рутштейн и др. Геодинамика западной части Монголо-Охотского складчатого пояса и тектоническая позиция рудных проявлений золота в Забайкалье // Геология и геофизика. 1998. Т. 39, № 11. С. 1578–1585.

7. Кривцов А.И. Гносеологические «мифы и рифы» проблемы источников рудного вещества // Руды и металлы. 2003. № 4. С. 5–14.

8. Кучин Е.С. Об основных вопросах эндогенного рудообразования // Отечественная геология. 2001. № 1. С. 20–30.

9. Наркелюн Л.Ф., Салихов В.С., Трубочев А.И. Медистые песчаники и сланцы мира. М.: Недра, 1983. 414 с.

10. Природные ресурсы Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа // Атлас инвестиционных предложений. Чита, 2002. 152 с.

11. Сотников В.И., Дистанов Э.Г., Оболенский А.А. и др. Закономерности формирования и строение Южно-Сибирской металлогенической провинции // Металлогения Сибири. М.: Наука, 1988. Вып. XV. С. 113–119.

12. Федорчук В.П. (составитель). Минеральные месторождения Китая. М.: Геоинформмарк, 1999. 280 с.

13. Четкин В.С., Трубочев А.И. Минеральные ресурсы Забайкальского края. Чита: ЗабГУ, 2013. 232 с.

14. Seltman R. and T. Mike Porter The porphyry Cu- Au/Mo deposits of central

Eurasia: tectonic, geologist, metallogenic setting and significant deposits // Super porphyry copper and gold deposits: A

global perspective; PGC publishing, Adelaide, 2005, v.2, p. 467–512.

Рецензент доктор геолого-минералогических наук,
профессор Иркутского государственного технического университета Ж.В. Семинский