



ГЕНЕТИЧЕСКИЕ, ФОРМАЦИОННЫЕ
И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ ОРУДЕНЕНИЯ
В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЯСАХ

ХАБАРОВСК

1988

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ, ФОРМАЦИОННЫЕ
И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ ОРУДЕНЕНИЯ В ВУЛКАНИЧЕСКИХ
ПОЯСАХ

(Тезисы докладов к совещанию "Научные принципы
прогнозирования эндогенного оруденения в вос-
точно-азиатских вулканических поясах СССР".
Хабаровск, 3-5 октября 1968 года)

ЧАСТЬ 4



Директор ДВИМСа / Бакулин Ю.И.

ХАБАРОВСК
1968

ПОРФИРОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ:

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ И ОБРАЗОВАНИЯ

1. Анализ материалов по месторождениям цветных, благородных и радиоактивных металлов СССР и мира показал, что многим из них присущи черты, характерные для порфирового типа месторождений. Это позволяет выделять, наряду с медно-порфировыми, также молибдено-, олово-, вольфрамо-, золото-, серебро-, урано-порфировые и комплексные порфировые месторождения, в которых основными полезными компонентами являются два или более металла. При всем многообразии указанных месторождений они обладают некоторыми общими чертами геологического строения, характера рудоносности, условий образования и закономерностей размещения. Главными из них являются: связь с вулканоплутоническими комплексами (преимущественно порфировыми интрузиями умеренных глубин становления или вулканогенными образованиями), гидротермально-метасоматическое происхождение, преимущественно прожилково-вкрапленный (порфировый) характер оруденения и штокверковый тип рудных тел.

2. Среди районов развития порфировых месторождений по геотектонической позиции их размещения выделяются эпикратонные, эпимногогеосинклинальные, эпизвгеосинклинальные районы и районы островодужных геоструктур. Это аналогично тому, как ранее было сделано А.И.Кривцовым для районов медно-порфировых месторождений.

3. Состав вулканоплутонических комплексов (ВПК) и руд порфировых месторождений, связанных с ними, зависит от геотектонической позиции районов их формирования, состава и характера субстрата, на котором указанные комплексы образуются.

В эпикратонных районах, характеризующихся наиболее сложным строением и большими вариациями состава и мощности земной коры континентального типа, пестротой и дифференцированностью магматических масс, образуются порфировые месторождения разных металлов — молибдена, меди, олова, вольфрама, урана, золота и др. Сравнительно однообразный состав медно-порфировых месторождений, связанных с ВПК островодужных районов, ассоциирует с относительно простым составом океанической коры. Эпимногогеосинклинальные и эпизвгеосинклинальные районы по особенностям строения и состава фундамента, ВПК и порфировых

Редакционная коллегия: академик Н.А. ШИЛО,
Ю.И. БАКУЛИН (зам. отв. редактора),
В.Н. ВОЕВОДИН, В.И. ГОНЧАРОВ, А.Б. ИГНАТЬЕВ
(зам. отв. редактора), А.И. КРИВЦОВ (отв.
редактор), Н.И. ЛАВРИК, С.А. ПШЕНИЧНОВ,
А.А. СИДОРОВ, В.И. СУХОВ, В.Б. ТРОЯН, В.Г. ХОМИЧ

месторождений занимают промежуточное положение между энкра-
тонными и островодужными.

4. Порфировые месторождения приурочены к сложным, много-
фазным, сильно дифференцированным ВПК. Плутоны или вулкани-
ческие образования, возникшие в результате одноактных интрузий
или излияний магмы простого и однообразного строения и
состава, не содержат значительного оруденения.

5. В сложнопостроенных дифференцированных вулканических,
плутонических или ВПК порфировые месторождения связаны с наи-
более поздними их дифференциатами.

6. Постоянная связь месторождений порфирового типа с ВПК,
закономерное место и время проявления оруденения в ходе ста-
новления ВПК, зависимость состава руд от состава последних
позволяют считать эту связь генетической или парагенетической,
а сами порфировые месторождения — определенными генетическими,
а не только промышленным типом рудных месторождений.

7. Порфировые месторождения в условиях закрытых рудно-
магматических систем, обусловленных наличием над ними трудно-
проницаемых покровов, локализируются, как правило, внутри плу-
тонов, вулканических аппаратов или сложных покровов вулкани-
ческих депрессий. При отсутствии таких покровов оруденение,
сохраняя связь с "материнской" интрузией, может удаляться от
нее на значительные расстояния в виде прожилковых или жильных
зон.

8. Рудоотложение в месторождениях порфирового типа проис-
ходило в момент вскипания гидротермальных растворов в услови-
ях резкого перехода от литостатического к гидростатическому
давлению в периферической части порфирового штока. Если гра-
диент давления изменился незначительно, формировались зоны с
убогой минерализацией, при резкой смене давления образовыва-
лись залежи богатых руд. Вследствие этого на некоторых порфи-
ровых месторождениях, наряду с рудными штокверками, встречаю-
тся жилы с богатыми рудами, рассекающие штокверки и нередко вы-
ходящие за пределы интрузива.

9. Порфировые месторождения являются типичными образова-
ниями фанерозойских металлогенетических эпох, с которыми связа-
но формирование наиболее крупных рудных объектов этого типа.
Вместе с тем с большой вероятностью можно считать, что в даль-
нейшем количество открытых более древних месторождений будет
увеличиваться.

10. Экономическое значение месторождений порфирового
типа, многие из которых отличаются крупными и гигантскими
масштабами, уже сейчас велико и несомненно будет возрастать
в перспективе. Их поиски и разведка являются одним из эффек-
тивных путей расширения минерально-сырьевой базы страны.

Мингео СССР, Москва

А.А.СИДОРОВ, Р.А.ЕРЕМИН
РУДНОФОРМАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО
ОРУДЕНЕНИЯ В ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОЯСАХ И ПЕРИВУЛКАНИЧЕСКИХ ЗОНАХ

При региональном, локальном и крупномасштабном прогнозе
золото-серебряного оруденения исследователи исходят до сих
пор из традиционного отнесения этого класса месторождений к
единой и самостоятельной золото-серебряной формации. Среди
многочисленных более или менее детальных частных классифика-
ций, строящихся на генетическом, минералогическом, геохими-
ческом, структурно-морфологическом и других принципах, наи-
большой популярностью пользуется подразделение золото-сереб-
ряной формации на типы по соотношению в рудах золота и сере-
бра, а также по составу устойчиво повторяющихся продуктивных
минеральных ассоциаций. Такая типизация в определенной мере
коррелируется с систематикой месторождений по типу рудокон-
тролирующих структур, характеру вмещающих пород, температу-
рам рудообразования и другим признакам.

В настоящее время достаточно, очевидно, что золото-се-
ребряные месторождения, представленные в основной своей
массе высококонцентрированными и дифференцированными по ве-
дущим компонентам ("бонанцевые руды") жильными образования-
ми, являются составной частью различных рудноформационных
рядов. При этом многие специфические черты геологической по-
зиции, состава, зональности, а также промышленные характери-
стики этого типа минерализации находят объяснение в рамках
представлений о базовых рудных формациях и рудноформацион-
ных рядах.

В соответствии с этим, среди золотых, золото-серебря-
ных и серебряных месторождений могут быть уверенно выделены,
по крайней мере, не менее семи формаций — по числу рядов,
возглавляемых базовыми формациями большеобъемных вкраплен-
ных и массивных руд. В число этих золото-серебряных формаций
включены серебро-сульфоарсенидные месторождения пятиэлемент-

ной группы, которые нередко содержат золото и могут рассматриваться в качестве своеобразных аналогов золото-серебряного оруденения, в также серебросодержащие существенно золотые формации. Золото-серебряные формации, развивающиеся в пределах каждого из этих рядов, представляют собой закономерные пространственно-временные "срезы" рудообразующей системы, эволюционирующей от сложных недифференцированных месторождений, несущих как правило зарождения всего конкретного ряда рудных формаций, к простейшим, предельно дифференцированным жильным месторождениям.

Наибольшее практическое значение принадлежит золото-серебряным формациям окраинно-континентальных вулканических поясов, перивулканических зон и других областей тектоно-магматической активизации, где они входят преимущественно в медно-порфировый, олово-порфировый и сульфидный (вкрапленных руд) ряды. Среди прогностических и поисково-оценочных критериев золотого, золото-серебряного и серебряного оруденения, установленных, в частности на примере изучения Охотско-Чукотского пояса и его перивулканической зоны, можно отметить приуроченность рудных полей к глубинным разломам, как продольным по отношению к поясу, так и поперечным, прослеживающимся из сопредельных областей мезозой; контроль оруденения вулканокупольными и отрицательными вулканотектоническими структурами, а в пределах перивулканической зоны — магматогенными поднятиями и линейными зонами тектонитов в осадочных породах; полноту проявления и завершенность магматических циклов при наличии поздних интрузивных образований с повышенной щелочностью; характерную вертикальную зональность метасоматитов пропилитового типа и др. При этом совершенно очевидно, что практическое применение этих и других критериев, которые в первом приближении выглядят как "надформационные", может быть успешным только в случае выявления корреляции вещественного состава руд с особенностями геологических структур, составом и строением слагающих их геологических формаций.

Систематика золото-серебряных месторождений по признакам их родства с той или иной базовой формацией в наибольшей степени отвечает прогностическим задачам рудноформационного анализа. Она способствует выделению генетически или параге-

нетически устойчивых ассоциаций горных пород и руд, установлению закономерностей размещения их в пределах структурно-формационных зон различных типов и рангов, давая возможность предсказывать наличие в районе интересующего оруденения либо по уже известным членам рудноформационного ряда, либо по минералогическим особенностям базовой формации, если она известна. Принцип сохранения "подобия зональности" в образованиях разного масштаба и уровня, позволяющий рассматривать рудную минеральную зональность месторождений базовой формации в качестве уменьшенной модели региональной рудноформационной зональности, хорошо известен, например, для месторождений медно-порфирового ряда.

Конвергентный характер многих признаков золото-серебряного оруденения, свойственный совокупности этих месторождений в целом и обусловленный прежде всего близкими физико-химическими условиями их образования, в значительной мере утрачивается если удастся установить принадлежность их к той или иной базовой формации с учетом конкретной геологической обстановки.

Так, для золото-серебряного оруденения медно-порфирового ряда характерна минерализация электрум-сфалерит-галенитового типа с отношениями Au / Ag от 1:1 до 1:50. Месторождениям, пространственно близким с медно-порфировым оруденением, свойственна повышенная сульфидность руд. Переход от медно-свинцово-цинкового оруденения обычно фиксирует сульфидно-блеклорудные ассоциации, в полисульфидной ассоциации нередко повышенные количества халькопирита. В месторождениях, значительно удаленных от базовой формации, развитие полисульфидных ассоциаций существенно снижается, расширяется спектр минералов серебра. На фоне пониженной сульфидности руд иногда проявляются золото-серебро-селенидные и золото-серебро-теллуридные ассоциации.

Месторождения золото-серебряной (существенно серебряной) формации олово-порфирового ряда характеризуются довольно разнообразным составом руд — от электрум-аргентитового и серебропиритового до электрум-сфалерит-галенитового — серебро-сульфоантимонитового — серебро-сульфоарсенидного. В минеральных парагенезисах распространены станнин, канфилдит, касситерит и другие оловянные и оловосодержащие минералы. Отношение Au / Ag

в рудах варьирует от 1:100 до 1:500 и меньших величин. Месторождения приурочены обычно к верхним этапам структур олово-порфировых месторождений и их флангам, а также развиваются на продолжении структур, контролирующих оловянное оруденение (Боливия).

Для золото-серебряных формаций сульфидного (вкрапленных руд) ряда характерны месторождения с минерализацией преимущественно электрум-сульфоантимонитового и электрум-пиритового типов с отношениями в рудах Au / Ag 1:1 - 1:100. Месторождения приурочены как правило к верхним и фланговым частям интрузивно-купольных структур, в пределах которых золото-серебряное оруденение нередко сменяется на глубине золото-серебро-сульфидно-кварцевым (золото-серебро-теллуридо-висмутовым) оруденением. Этот рудноформационный ряд наиболее ярко проявлен в миогеосинклинальных углеродисто-терригенных и карбонатных толщах перивулканических зон; сами зоны большеобъемных вкрапленных сульфидных руд контролируются крупными региональными разломами, обычно диагональными и поперечными по отношению к вулканоплутоническим поясам. Для базовой формации характерен парагенезис золото- и серебро-содержащих сульфидов, а также широкого спектра самородных металлов с углеродистыми метасоматитами.

Если говорить о рамках концепции базовых рудноформационных рядов и многочисленности золото-серебряных формаций, то здесь можно применить высказанное учеными положение о "независимости" позиции золото-серебряного оруденения относительно состава и характера магматизма и проявления его как в пределах "натриевых золотоносных", так и "калиевых оловоносных" магматических провинций. В соответствии с получающей все более широкое признание идеей о неоднократном перераспределении рудного вещества и ступенчатого накопления его в виде промежуточных источников, становится очевидным, что формации массивных и вкрапленных сульфидных, (в том числе порфировых), руд являются такими источниками для золотых, золото-серебряных и серебряных месторождений.

Наличие рудноформационных связей золото-серебряного оруденения с формациями большеобъемных руд уже находит практическое использование при поисках медно-порфировых месторождений, "слепых" колчеданных залежей. Новым важным допол-

нением к критериям оценки перспектив золото-серебруродных районов является положение о "корневом" характере зон вкрапленных сульфидных руд с тонкодисперсным золотом для месторождений золото-серебряной формации. Высокую перспективность оруденения вообще и кварцевожильного золото-серебряного, в частности, в свою очередь характеризуют признаки совмещения различных базовых формаций.

СВКНИИ ДВО АН СССР, Магадан

В.Л. БАРСУКОВ, Н.А. ДУРАСОВА,
Н.И. КОВАЛЕНКО, И.Д. РЯБИЧКОВ

ФАКТОРЫ НАКОПЛЕНИЯ ОЛОВА В МАГМАТИЧЕСКИХ РАСПЛАВАХ И НАДКРИТИЧЕСКИХ ФЛЮИДАХ КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА ОЛОВЯННОГО ОРУДЕНЕНИЯ

В настоящем сообщении приводятся результаты экспериментальных исследований, направленных на определение валентных форм олова и их концентраций в основных и кислых расплавах, отдельных минералах и надкритических флюидах при заданных потенциалах кислорода и некоторых летучих компонентов, а также на установление коэффициентов распределения олова при ликвации, кристаллизационной и эманационной дифференциации магматических систем с целью выявления благоприятных факторов, ведущих к концентрированию олова.

Установленный характер зависимости соотношения валентных форм и активности олова в гранитном и базальтовом расплавах, магнетите и ильмените в реальных для природных систем границах летучести кислорода свидетельствует о значительном участии двухвалентной формы наряду с четырехвалентной и о недонасыщенности оловом аналогичных природных фаз.

На основании полученных коэффициентов распределения олова в магматических фазах при кристаллизации базальта выявлена тенденция накопления олова в остаточных расплавах, обогащенных кремнием, при относительно низких потенциалах кислорода. При повышенных летучестях кислорода концентрации олова снижаются в результате захвата его Fe-Ti окислами. Установленный характер распределения олова при ликвации и при относительно низких летучестях кислорода свидетельствует о том, что возникающие в ходе этого процесса кислые магмы обедняются оловом по сравнению с сосуществующими более основными расплавами.

В ходе кристаллизационной дифференциации гранитного расплава интенсивность накопления олова выше при низких летучестях кислорода и содержаниях железа. Повышение же потенциала кислорода расширяет поля кристаллизации Fe-T окислов, концентрирующих олово и снижают его содержание в конечных расплавах. Полученные коэффициенты распределения олова между флюидом и расплавом позволяют говорить о том, что рост потенциала кислорода в изученном интервале — благоприятное условие мобилизации олова во флюидную фазу наряду с ростом потенциалов хлора и фтора.

Изучение влияния летучести кислорода на степень концентрирования олова во флюиде в системе SnO_2 — флюид показывает, что наибольшей мобилизующей способностью обладают флюиды в более восстановительных условиях. При этом преобладающими во флюиде становятся формы Sn (II). Границей, за которой во флюидах преобладают формы Sn (IV), является летучесть кислорода буферной ассоциации магнетит-гематит. Концентрация олова при этом уменьшается на полтора-два порядка.

По всей видимости, соотношение валентных форм олова в расплавах и флюидах определяет коэффициент распределения олова между флюидом и расплавом. Наиболее оптимальным для выноса во флюид будут интервалы $f\text{O}_2$ буферов Ni-NiO — Fe_3O_4 — Fe_2O_3 .

Другим важным фактором, определяющим возможность мобилизации и концентрирования олова во флюиде, является состав флюида и, в первую очередь, концентрации фтора и хлора. Солянокислые растворы обладают вдвое большей экстрагирующей способностью в отношении олова, чем кислые фторсодержащие растворы. Концентрация олова во флюиде определяется концентрацией недиссоциированной частицы HCl и не зависит от величины pH для солянокислых растворов и величиной отношения HF к pH для слабо кислых фторсодержащих растворов. Средняя концентрация олова, оцененная для реальных природных растворов, составляет 0.05 мас. %.

Проведенные исследования позволили выявить благоприятные факторы накопления олова в магматических системах и надкритических флюидах, установить возможные формы нахождения олова в них, обуславливающие дальнейшие пути его миграции и отложения.

ГЕОХИ, ИГЕМ АН СССР, Москва

В.И. ГОНЧАРОВ

ПРОБЛЕМЫ ВУЛКАНОГЕННОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ В СТРУКТУРАХ ВОСТОКА АЗИИ

Проблемы вулканогенного рудообразования весьма многочисленны, разнообразны и уже давно привлекают внимание исследователей различного профиля. В различные годы П.В. Еабкиным, В.Ф. Белим, Г.М. Власовым, В.И. Гончаровым, В.Г. Моисеенко, И.Н. Котляром, Е.А. Радкевич, А.А. Сидоровым, Р.Б. Умитбаевым, В.Г. Хомичем, Н.А. Шило, А.Д. Щегловым и др. были проанализированы геологические и металлогенетические особенности Восточно-Азиатских вулканогенных поясов; рассмотрены типы региональных и локальных структур и характер связанного с ними оруденения; формы связи и режим развития магматических и гидротермальных, в т.ч. рудообразующих процессов; зависимость физико-химических параметров от глубин рудоотложения; особенности зональности рудообразования; возможные формы миграции и источники рудного вещества. Исследовались и в целом проблемы рудообразования в областях палеовулканизма (Гончаров, 1984; Щеглов и др., 1985; Шило и др., 1985).

Новый фактический материал, а также разработки в области теории эндогенного рудообразования вызывают необходимость еще раз рассмотреть некоторые из существующих проблем, но уже на качественно ином уровне. Главными из них являются проблемы, 1) отражающие зависимость условий рудообразования от геологической и физико-химической обстановки, 2) зональности рудоотложения, 3) связи рудообразующих процессов с магматизмом.

От типа рудовмещающих структур в прямой зависимости находятся формационные свойства и, следовательно, условия формирования оруденения вулканических поясов и перивулканических зон. Рудоносность основания поясов имеет сложную, по крайней мере, двойственную природу и определяется, во-первых, металлогенной складчатых структур фундамента и, во-вторых, металлогенной этапа тектоно-магматической активизации этих же структур. Однако ее следует рассматривать не как результат простой интерференции продуктов до- и послевулканической металлогении, а как итог сложного развития первичных металлоносных систем под влиянием последующих вулканоплутонических процессов. Рудоносность же вулканических поясов, как наложен-

ных структур, зависит прежде всего от особенностей формирования магматогенно-гидротермальных систем, становление которых сопровождает и завершает вулканоплутоническую деятельность. При этом, полнота проявления вулканоплутонических ассоциаций определяет характер оруденения и режим развития рудообразующих процессов – прогрессирующий или регрессирующий.

Сложное строение рудоносных структур по вертикали позволяет предположить возможность развития двух разобщенных во времени, но частично совмещенных в пространстве (телескопированных) надочаговых интервалов рудообразования. Первый должен располагаться полностью в структурах основания, ибо он возник до вулканического этапа, второй – как в породах фундамента, так и верхнего структурного этажа. В связи с изложенным следует остановиться на особенностях проявления вертикальной зональности рудообразования. Существующие схемы вертикальной зональности оруденения вулканогенных поясов в общем соответствуют известной зональности Сперра-Эммонса относительно магматического очага, а оруденение не соответствующее этой схеме обычно не рассматривается. Однако, новые представления о положении оруденения в структурах основания и вулканогенного чехла позволяют видеть во взаимоотношениях различных типов оруденения этих структур телескопированность интервалов рудообразования нередко с угнетенным состоянием одних и интенсивным развитием других зон. Основанием для такого вывода послужило представление о первичном оруденении структур фундамента как о дополнительном (промежуточном) источнике рудного вещества (Сидоров, 1987), который на этапе тектоно-магматической активизации вместе с глубинным и коровым становится ответственным за состав и характер размещения син- и поствулканического оруденения. Подобные промежуточные источники рудного вещества изучены пока что крайне слабо, но возможность их существования сомнений не вызывает.

Новые геологические и минералого-геохимические данные позволяют с нетрадиционных позиций рассмотреть и проблему связи магматизма и оруденения в вулканогенных областях. В большинстве случаев ранние фазы магматизма в вулканических районах представлены основными разновидностями пород, имеющими глубинную природу и сформировавшимися в безводной обстановке при высоких температурах (до 1200°С). Заключительные же фазы, раз-

вивавшиеся в условиях периферических очагов или на субвулканическом уровне, характеризуются средними-кислыми типами пород, более низкими (по данным В.В. Ворцелнева) температурами кристаллизации (до 750°С) и значительными концентрациями воды (до 3,5%). Состав флюида меняется по мере дифференциации расплавов, а также находится в зависимости от формы проявления магматизма – гипабиссального или субвулканического. От ранних к поздним этапам развития очагов состав флюида изменяется от маловодного (15% H₂O) существенно хлоридного, высокотемпературного (включения типа солевого расплава-раствора) до водноуглекислотного с соотношением H₂O и CO₂ от 1:5 до 1:1.

В надочаговом ореоле флюид смешивается с атмосферными водами и происходит образование гидротермальных растворов. Однако, состав и количественные отношения главных компонентов атмосферных вод и позднего флюида на глубинах смешения, по-видимому, близки. Поэтому последующее гидротермальное минералообразование унаследует основные характеристики процесса флюидоотделения заключительной фазы магматизма. Для плутоногенных и вулканогенно-плутоногенных месторождений в качестве признаков унаследованности могут выступать высокий потенциал CO₂ в рудообразующих растворах ранних стадий формирования, подобие агрегатного состояния растворов и близкое соотношение фаз в гидротермальных и флюидных средах, схожесть температурных характеристик допродуктивных стадий минералообразования с предшествующим этапом позднемагматического флюидоотделения. Важным признаком унаследованности является также геохимическая близость поздних магматитов и ранних гидротермалитов по характеру рудогенных элементов (Ag, Sn, Mo).

Для вулканогенных месторождений признаки унаследованности магматического этапа развития структур имеют скорее пространственно-временной характер, чем вещественный. Среди них следует отметить отсутствие заметного перерыва или даже сопряженность вулканических и гидротермальных процессов, и кроме того, (Котляр, 1986) ассоциацию магматитов определенного состава с конкретным геохимическим типом оруденения. Об унаследованности в определенной мере может также свидетельствовать направленность в изменении основных физико-химических параметров гидротермального минералообразования, состава и текстурно-

структурных особенностей руд в ореоле магматического очага, а также сведения о положительной корреляции ряда рудообразующих элементов магматических пород с летучими компонентами.

Однако, несмотря на имеющиеся данные, проблема генетической связи рудообразующих процессов с магматизмом в областях вулканизма остается все еще далекой от окончательного разрешения. Недостаточно изученным здесь остается прежде всего "магматический" аспект проблемы. Поэтому дальнейшая разработка петрологических критериев рудоносности вулканоплутонических комплексов и связанных с ними магматогенно-гидротермальных систем является одной из актуальнейших задач. Это тем более важно, что на примере вулканогенных поясов, где, по крайней мере, парагенетические связи магматизма и оруденения являются очевидными, можно решать эту проблему и для оруденения перивулканических зон с ограниченными масштабами развития вулканоплутонических ассоциаций и менее выраженными внешними признаками связи магматизма и оруденения.

Сопоставление разнообразных типов оруденения областей вулканизма, характеризующихся зональным размещением, по данным о геологических обстановках их локализации и минералогеохимическим свойствам, позволяет вслед за В.Н. Котляром (1968) сделать вывод, о том, что основным признаком, отличающим вулканогенное рудообразование от плутоногенного, является различная глубина развития рудообразующих процессов, с чем связаны контрасты и физико-химических условий минералообразования, и минералогеохимических свойств руд этих типов месторождений.

Изложенные данные, а также результаты анализа других опубликованных материалов явились предпосылками для усовершенствования ранее предложенной схемы развития рудообразующих процессов в областях вулканизма (Гончаров, 1983). В новом варианте эта схема является общей для вулканических поясов и перивулканических зон. В основу схемы положены представления о двух этапах рудообразования: раннем "доактивизационном", пространственно связанном со структурами фундамента пояса и перивулканических зон, и позднем, сопровождающим и завершающим этап тектономагматической активизации и становление вулканоплутонических комплексов, наложенных на структуры основания. Соответственно рассматриваются два уровня рудоконцентрирования: ниж-

ний (базисный) метаморфогенно-эманационный в терригенных толщах или эманационный в магматических породах и верхний магматогенно-гидротермальный (с элементами унаследованности). Эманационное рудообразование обеспечивает появление сульфидно-вкрапленного (порфирового) оруденения в структурах основания поясов и перивулканических зон. Магматогенно-гидротермальное рудообразование в вулканиках чехла приводит к возникновению жильного и прожилково-штокверкового оруденения и происходит одновременно с формированием проявлений за счет дифференциации вкрапленных руд в структурах фундамента.

Локализация оруденения в породах верхнего структурного этажа также характеризуется несколькими уровнями. Нижний отвечает глубинам формирования интрузивных пород вулканоплутонических комплексов. Руды этого уровня полнокристаллические, режим формирования стабильный, высоко-среднетемпературных. Следующий уровень отвечает интервалу резкого изменения физико-химических параметров в зоне естественного перепада давлений. Развитие здесь минералообразования вследствие проявления механизма дросселирования гидropодводящих путей создает инверсию температур и давлений, обеспечивает проявление взрывчатого брекчирования, формирует сложный минеральный и текстурно-структурный облик руд. Следующий близповерхностный уровень связан с образованием коллоиднополосчатых руд по структурам экранирования в изотермических условиях. Становление интрузивных тел на поздних стадиях развития вулканоструктур обеспечивает проявление прогрессирующего режима развития гидротермальных процессов и образование специфических поздних минеральных ассоциаций скарноидного облика на среднем и близповерхностном уровнях верхнего структурного этажа.

Таким образом, выявление условий формирования рудных месторождений вулканических провинций не может быть сведено к решению отдельных частных задач, например, только структурного или же только физико-химического плана. Вопросы рудогенеза в вулканических поясах и перивулканических зонах представляют собой комплекс структурно-геологических, минералогеохимических, физико-химических проблем.

СВКНИИ ДВО АН СССР, Магадан

В.Н.ВОЕВОДИН

ОЛОВЯННОЕ ОРУДЕНЕНИЕ СОВЕТСКОЙ ЧАСТИ ТИХООКЕАНСКОГО ПОЯСА

1. Оловянное оруденение в мезокайнозойских подвижных областях Тихоокеанского пояса довольно широко распространено и характеризуется большим разнообразием. Однако оно проявляет вполне определенную избирательность к геотектоническим структурам. Так, оловянное оруденение известно только в Чукотской, Яно-Колымской, Сихота-Алинской складчатых системах, а также в зонах отраженной активизации Буреинского, Ханкайского, Восточно-Чукотского срединных массивов и в Центрально-Корякском антиклинории Корякско-Камчатской складчатой системы. В то же время оно отсутствует в Амуро-Охотской (западнее Ям-Алиня), Олойско-Алазейской, Кони-Тайгоносской и эвгеосинклинальных структурах Корякско-Камчатской складчатых систем. Т.е. это оруденение характерно для подвижных областей преимущественно миегеосинклинального режима развития и распространено в сиалических структурно-формационных зонах, характеризующихся широким проявлением гранитоидного магматизма и большой мощностью гранитно-метаморфического слоя. В Корякско-Камчатской системе оловянное оруденение появляется лишь в Центрально-Корякской зоне, имеющей миегеосинклинальный разрез, где ко времени формирования оруденения (палеоген) уже имелся гранитно-метаморфический слой. В силу этого оловянное оруденение не характерно и для некоторых структур Яно-Колымских и Чукотских мезозойских, сложенных промежуточными между эв- и миегеосинклинальными комплексами. Например, оловянные месторождения отсутствуют в Кулинской зоне брахиформной складчатости, в разрезах которой существенную роль играет туфогенный материал среднего состава и широко развиты пластовые тела андезитов и диоритов. Аналогичная ситуация и в Анжуйском антиклинории, где вещественный профиль стратиграфических разрезов характеризуется повышенной основностью по сравнению с оловоносным Чаун-Иультинским антиклинорием. Причем вещественный профиль субстрата играет существенную ограничительную роль для плутогенного оруденения, формирующегося в ранние и средние этапы развития подвижных областей, и значительно меньше влияния оказывает на оруденение, сопровождающее позднеорогенно-активизационные вулканоплутонические комплексы. Иллюстра-

цией могут служить оловянные объекты района Залива Креста, где основание Восточно-Чукотской вулканической зоны сложено эвгеосинклинальными кремнисто-вулканогенно-территными комплексами Заливо-Крестовской зоны. Вообще, чем больше временной отрыв наложенных эндогенных процессов от формирования субстрата, тем меньше влияние субстрата на характер и вещественный профиль магматизма и оруденения.

2. Нижней возрастной границей оловянного оруденения в истории подвижных областей является раннеорогенный этап, когда в связи с послеплатитовыми гранитными телами кислого состава формируется оруденение касситерит-кварцевой формации. Оловянный процесс продолжается в среднеорогенный этап (касситерит-силикатная формация в связи с трещинными гипабиссальными интрузивами гранодиорит-гранитной формации) и завершается в позднеорогенный при становлении вулканоплутонических комплексов (гипабиссальное и близповерхностное оруденение касситерит-силикатно-сульфидной, касситерит-кварцево-сульфидной, риолитовой формаций). Т.е. в процессе геотектонического развития подвижных областей формируется эволюционный ряд оловянных формаций. Причем в Чукотской, Яно-Колымской и Сихота-Алинской складчатых системах, имеющих полный цикл развития, эволюционные ряды оловянных формаций наиболее полные. В Корякско-Камчатской системе, где редуцированы ранне- и среднеорогенные этапы и отсутствует синхронный гранитоидный магматизм, нет и соответствующих оловянных формаций. Сразу же обратим внимание, что оловянные формации относятся к двум генетическим группам — плутогенной (касситерит-кварцевая, касситерит-силикатная формация) и вулканогенно-плутогенной (касситерит-кварцево-сульфидная, касситерит-силикатно-сульфидная, риолитовая формации). В рамках отдельных оловянных формаций велико разнообразие генетических типов оруденения. Среди них известны грейзены, гидротермальные жильные, жильно-штокверковые, штокверковые, оловопорфировые и скарновые типы.

3. Возрастное различие оловянных формаций предопределяет и различие их геолого-структурной позиции. Так, наиболее ранняя касситерит-кварцевая формация тяготеет к структурам ранней консолидации — антиклинальным зонам и близлежащим кратонам. Такое оруденение мы видим в Чаун-

Иультинском, Аян-Уряхском, Ниманском, Главном Сихотэ-Алинском антиклинориях. Для последующей касситерит-силикатной формации характерны синклинальные зоны, однако по зонам разломов оруденение может трассироваться и в более ранние структуры. Иллюстрацией этому может служить касситерит-силикатное оруденение Телекайского и Валькумейского узлов в Валяваам-Амгуэмском синклинии. Касситерит-кварцево-сульфидная и касситерит-силикатно-сульфидная формации сопровождают вулканические пояса и их перивулканические зоны, обнаруживая приуроченность к, в различной степени эродированным, вулканотектоническим структурам. Гетерогенность основания вулканических поясов предопределено наложение оловянного оруденения на различные метаморфогенные и седиментогенные структурно-формационные комплексы. В вулканических поясах оловорудные объекты локализуются в тектонических приподнятых блоках и эрозионных окнах основания вулканических поясов, а также в эффузивных фациях кислого и среднего состава, когда их мощность не превышает 400-500 м. В вулканических структурах при значительной мощности вулканитов мы имеем дело с малыми рудопроявлениями риолитовой формации и рассеянной оловянной минерализацией.

4. Время формирования и структурная позиция магматизма и оруденения находятся во взаимосвязи с глубиной магматических очагов, что в свою очередь обуславливает различные источники рудного вещества и геохимический профиль оловорудных формаций. Так, в раннеорогенный этап при формировании гранитоидных интрузивных рядов магматические очаги располагались в "гранитном" слое. При переплавлении больших масс кристаллических и терригенных пород в магматический расплав поступало и рассеянное олово. В процессе последующей магматической дифференциации происходило накопление олова в последующих производных в минералах-концентраторах (биотит) и в аксессуарном комплексе. При постмагматических процессах олово экстрагировалось и переводилось в гидротермальные растворы. Таким образом, для плутогенных оловорудных формаций источник рудного вещества коровый, что и обуславливает литофильный профиль оруденения. В позднеорогенно-активизационные этапы при формировании вулканоплутонических комплексов пестрого состава магматические очаги помимо "гранитного"

слоя вскрывали местами и "мантию". Подтверждением этого служит большой объем пород основного и среднего состава в вулканоплутонических комплексах. Следовательно, источник рудного вещества предполагается двойной. С одной стороны - это коровый (т.е. рассеянное олово осадочных и метаморфических пород в районе магматических очагов), с другой - подток рудного вещества из мантии. В связи с этим наблюдается пестрота в вещественном составе оруденения: существенно кварцевые типы (касситерит-кварцево-сульфидная формация), турмалиновые, хлоритовые типы (касситерит-силикатно-сульфидная формация). Геохимический профиль оруденения преимущественно халькофильный.

5. Практическую значимость имеют все названные оловорудные формации за исключением риолитовой. Причем плутогенные объекты касситерит-кварцевой, касситерит-силикатной формаций характеризуются высоким качеством крупно- и среднекристаллических руд при сравнительно высоких содержаниях металла и имеют обычно малые и средние параметры, хотя имеются и исключения, как например, крупные оловорудные объекты Иультинского района. Вулканогенно-плутогенное оруденение касситерит-силикатно-сульфидной и касситерит-кварцево-сульфидной формаций довольно часто образуют крупные рудные объекты, однако характеризуются более низкокачественными мелкозернистыми рудами. Основу оловодобывающей промышленности в Магаданской области составляют в основном плутогенные месторождения касситерит-кварцевой и касситерит-силикатной формаций. И здесь имеется значительный резерв наращивания минерально-сырьевой базы за счет вулканогенно-плутогенного оруденения. В Хабаровском и Приморском краях в оловодобывающей промышленности основной удельный вес имеют вулканогенно-плутогенные месторождения касситерит-силикатно-сульфидной и касситерит-кварцево-сульфидной формаций, перспективы которых еще далеко не исчерпаны.

ДВИМС, Хабаровск

Г.А.ТВАЛЧРЕЛИДЗЕ, З.В.ОТХМЕЗУРИ, В.И.ГЕДЕЙШВИЛИ
К ПРОБЛЕМЕ ФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМАТИКИ
ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

I. Систематика гидротермальных месторождений на формационной основе приобрела большое научное и прикладное значение

ние. Она дает возможность успешно решать вопросы прогнозирования рудоносности конкретных территорий.

2. Рудная формация представляет собой группу рудных месторождений со сходными по составу устойчивыми минеральными ассоциациями, возникшими в аналогичных геологических условиях.

3. Если вещественный состав руд месторождений представляет собой объективный признак, использование которого при выделении рудных формаций не вызывает затруднений, то выявление геологических факторов рудообразования часто проблемично и не однозначно.

4. Отдельные исследователи, в качестве главных геологических признаков рудных формаций, принимают генетическую связь оруденения с магматизмом, глубинность рудообразования, либо приуроченность процессов рудообразования приравнивают к определенным этапам и стадиям тектономагматических циклов. Однако отмеченные признаки сами по себе проблематичны и не всегда могут быть объективно оценены.

5. В связи с этим наиболее рациональным при выделении рудных формаций представляется структурно-вещественный подход, базирующийся на изучении взаимосвязей геологических образований различных иерархических уровней, т.е. разделение их по вещественному составу, структуре, связям с рудоносными геологическими формациями с учетом экономического значения. Главным критерием формационной классификации гидротермальных месторождений вслед за Н.В.Петровской, мы считаем одностадийные минеральные ассоциации. При определении формационной принадлежности многостадийных гидротермальных месторождений учитывается ведущее оруденение, определяющее "лицо" месторождения и его промышленное значение. В качестве примеров рассмотрены месторождения различных рудных формаций Кавказа.

ГИН АН ГССР, Тбилиси

Х.Н.БАЙМУХАМЕДОВ, Т.З.ЗАКИРОВ, Х.К.КАРИМОВ
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ ВУЛКАНОГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ
СРЕДИННЫХ И КРАЕВЫХ МАССИВОВ ГЕОСИНКЛИНАЛИ

Срединные и краевые массивы представляют собой остаточные фрагменты микроконтинентов или жесткие области геосинклинальных рам, образовавшиеся в процессе тектонического

скупивания. Эти жесткие массивы по истории геолого-структурного развития, тектоническому строению, характеру проявления магматизма, металлогенической особенности значительно отличаются от геосинклинали.

В отношении геотектонического развития жесткие массивы унаследуют структуры микроконтинентов, на них наложены некоторые черты структур геосинклинали, но отличаются заметным изменением плана деформации, выражающегося блоковым строением и глубиной заложения разрывных нарушений. Жесткие массивы отличаются характером магматизма, меняющегося во времени от основных (базальтоиды) до кислого (гранитоиды). Нами в изученных массивах магматизм представлен базальтовыми, андезитовыми, андезит-дацитовыми, дацит-липаритовыми и др. комплексами.

Вулканогенное оруденение изученных нами срединного и краевого массивов представлено свинцово-цинковыми, медно-молибденовыми, медно-золоторудными, золоторудными, золото-серебряными, серебряными, редкощелочными, редкометалльными, ртутными, флюоритовыми, баритовыми месторождениями и рудопроявлениями. Вулканогенное оруденение тесно связано скарново-гидротермальными, гидротермальными и осадочно-гидротермальными процессами. Придерживаясь генетического-формационного металлогенического анализа среди вулканогенного оруденения можно выделить следующие генетические формации:

Скарново-гидротермальный-воластонит-амфибол-халькопирит-золоторудная; серпентинит-сфалет-галенитовая;

Гидротермальный = силикатно-сульфидно-касситеритовая; кварц-серицит-халькопирит-молибденитовая; медно-колчеданная; медно-цинково-колчеданная; колчеданно-полиметаллическая; кварц-халькопирит-висмутиновая; кварц-серебряно-полиметаллическая; кварц-флюорит-полиметаллическая; карбонат-полиметаллическая; барит-полиметаллическая; кварц-золоторудная; кварц-сульфидно-золоторудная; кварц-карбонатно-серебряная; золоторудная; кварц-флюоритовая; кварц-алунитовая; опалькиноварная; барит-колчеданно-осадочно-полиметаллическая и редкощелочная.

Особенностью вулканогенного оруденения являются стратиформный и сеукций характер залегания. Он развит в разновозрастных осадочно-вулканогенных, вулканогенных и интрузивных комплексах.

Вулканогенное оруденение локализуется в основном в вулканотектонических депрессиях, вулканических аппаратах и вокруг них. В размещении вулканогенного оруденения ведущая роль принадлежит складчатым и разрывным структурам. Различные генетические формации вулканогенного оруденения имеют определенные закономерности размещения, выражающиеся очагово-зональным, поясовым, узловым и каркасно-уловым строениями, а их совокупность реализуется в виде рудоносных вулканогенных и вулканогенно-плутоногенных поясов и областей земной коры.

АН УзССР, Ташкент

А.Е.АНТОНОВ

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕРЕБРА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Серебряное оруденение является одним из наиболее характерных для вулканогенных поясов. Специфика систематизации месторождений серебра обуславливается тем, что этот металл присутствует в рудах, как правило, совместно с переменными количествами свинца, цинка, золота, меди и некоторых других металлов. Для оценки значимости отдельных рудообразующих компонентов и обоснованного выделения среди них главенствующих использован комплексный количественный подход, предусматривающий, с одной стороны, определение коэффициентов или кларков концентрации в рудах серебра и других компонентов по отношению к их средним содержаниям в земной коре, и, с другой, расчеты "удельной извлекаемой ценности" (УИЦ) металлов, т.е. отношения (в %) извлекаемой ценности каждого компонента к совокупной ценности руд.

Серебряными месторождениями считаются те, в рудах которых значимость серебра по указанным показателям выше других металлов. При этом приоритет одного из показателей зависит от цели исследований: при сравнительном металлогеническом анализе территорий, учитывающем первоначальное состояние недр, предпочтение должно отдаваться геохимическому. При конкретном прогнозе на обозримую перспективу на первое место выдвигаются геолого-экономические соображения. Выявленная тенденция уменьшения диспропорций между экономической ценностью наиболее распространенных компонентов серебродержащих руд и уровнями геохимической концентрации позволяет прогнозировать дальнейший перевод многих месторождений по эконо-

мическим показателям из разряда свинцово-цинковых и медных в серебряные.

Выделение групп месторождений ведущей и второстепенной роли серебра в рудах позволяет обоснованно проводить их расчленение и рудноформационный анализ. Выделены группы рудных формаций по наборам ведущих компонентов, включающие собственно серебряные, золото-серебряные, серебро-оловянные, полиметаллические и т.д., и четыре рудно-формационных комплекса, связанные с различными этапами тектоно-магматического цикла. Наибольшее разнообразие и масштабы серебряного оруденения характерны для позднеорогенного и активизационного этапов. Сереброносные рудные формации этих этапов соотносятся к двум главным геотектоническим обстановкам их формирования — вулканогенным поясам и терригенным комплексам миогеосинклиналей. Для ведущих сереборудных формаций, включающих новые выделенные типы, проведен анализ закономерностей размещения, условий формирования оруденения, связи с геологическими формациями.

САИГИМС, Ташкент

А.Б.ПАВЛОВСКИЙ

ФОРМАЦИОННЫЕ И ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ ОЛОВОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Выделяемая пегматитовая, касситерит-кварцевая, касситерит-силикатная и касситерит-сульфидная оловорудные формации отражают во многом устаревшие представления о связи основных промышленных концентраций олова только с касситеритом (отчасти станнином), ориентируют на поиски месторождений и технологическую переработку касситеритовых руд и не охватывают выявленного в последние годы большого разнообразия минеральных форм олова и типов оловянных руд, возникновение которых обусловлено многообразием геологической и физико-химической обстановок формирования.

Минералы и их парагенезисы, очень чутко реагирующие на малейшие изменения условий рудоотложения, четко определяют минеральные типы оловорудных месторождений, однако в качестве основополагающего для выделения оловорудных формаций признак сходства парагенетических минеральных ассоциаций явно недостаточен, вследствие чего формационную принадлежность месторождений предлагается устанавливать на более широкой

геолого-геохимической основе.

Рудный процесс и его вещественное наполнение находятся в тесной зависимости от характера магматизма, формировавшегося в определенных геодинамических условиях. Поэтому совокупность таких факторов как геотектоническая позиция оруденения, соотношение с магматизмом, отражающие особенности течения послемагматического рудного процесса, родственные (парагенные) олову геохимические ассоциации ведущих и сопутствующих элементов, которыми обладают определенные группы оловорудных месторождений независимо от конкретных (геологической и физико-химической) обстановок их формирования и — возникшего при этом разнообразия минеральных ассоциаций и типов руд — определяют оловорудную формацию и составляют научную основу формационного анализа месторождений. Исходя из сказанного выделяются две главные оловорудные формации, охватывающие практически все многообразие оловянного оруденения: редкометалльно-оловянная и полиметалльно-оловянная.

Оловорудные месторождения выделенных формаций отчетливо различаются геохимически, представляя в первом случае литофильную, во втором — сидеро- и халькофильную группы. Они локализуются в разных тектонических структурах, проявляют различное отношение к гранитоидному магматизму и обладают целым рядом геологических, минералогических, структурно-морфологических и других особенностей, которые обуславливают специфику критериев, способов и методов их прогнозирования, поисков и оценки.

В рамках выделенных формаций устанавливаются следующие пять основных геолого-промышленных типов оловорудных месторождений: грейзеновый прожилково-вкрапленный, кварцевый жильный, силикатный штокверково-жильный, сульфидный прожилково-жильный и скарновый залежный. Первые два типа относятся к проявлениям оруденения редкометалльно-оловянной формации, следующие два — к полиметалльно-оловянной; месторождения последнего типа могут принадлежать либо к редкометалльно-оловянной, либо к полиметалльно-оловянной формации с особенностями их формирования в скарнах и карбонатных породах.

Наряду с месторождениями выделенных формаций в отдельных рудных районах, провинциях мира в СССР также встречается особая группа полиформационных месторождений олова, в ко-

торых структурно и пространственно совмещены редкометалльно-оловянное и полиметалльно-оловянное оруденения. В местах совмещения образуются рудные тела сложного строения, в которых обломки грейзенов, тектонические линзы и блоки кварцевых жил с касситеритом и вольфрамитом (редкометалльно-оловянное оруденение) заключены в кварц-турмалиновую или колчеданно-сульфидную массу полиметалльно-оловянного оруденения. В зависимости от преобладания минерализации той или иной формационной принадлежности облик полиформационных месторождений может существенно меняться. Попытки классифицировать их на минеральной основе приводят к выделению новых или переходных формационных типов, в то время как геолого-геохимический принцип позволяет различать здесь сочетание оруденения уже известных оловорудных формаций.

ВИМС, Москва

В.И. СУХОВ

СИСТЕМАТИКА МОЛИБДЕНОВОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ НА ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

Предлагаемая систематика молибденоворудных формаций (таблица) учитывает отдельные элементы классификаций Н.А.Хрущова (1959), Г.Н.Шербы (1960), Л.Н.Овчинникова (1968), В.Т.Покалова (1983), В.А.Перваго (1983). В основу систематики положены генетические признаки, прежде всего учет роли магматических, гидротермальных и метаморфических процессов в образовании тех или иных молибденоворудных формаций.

Пегматит-аплитовая молибденоносная формация является производной магматического процесса, образуется на завершающих стадиях остывания материнских гранитоидных интрузий; промышленного значения не имеет.

Магматогенно-гидротермальный тип объединяет молибденоворудные, скарновую, грейзеновую и молибден-порфировую формации, несущие в себе признаки тесных пространственно-временных генетических и (или) парагенетических связей магматических и рудообразующих процессов. Для скарновой формации упомянутые признаки запечатлены в последовательном ряду процессов: термальном экзоконтактовом метаморфизме пород, развитии биметасоматоза и образовании "сухих" скарнов, интраминерализационных подвижках и проявлении флюидно-водного метасоматоза, гидротермальном рудоотложении. Типичными представителями форма-

ции являются месторождения Тырнауэ, Каратас-1, Каратас-4 (СССР), Янцзы-Чжанзы, Бейсуншумао (КНР).

Отнесение грезеновой формации к магматогенно-гидротермальному генетическому типу определяется, с одной стороны, тесной связью грейзенов с пегматитами, аплитами или лейкогранитами заключительных фаз гранитоидного плутонизма, а с другой, связью с плутогенными молибденоносными гидротермальными кварцевыми, кварц-полевошпатовыми, кварц-флюоритовыми жилами.

Таблица
Систематика молибденоврудных формаций

Генетический тип	Рудная формация	Морфология проявления
Магматогенный	Пегматит-аплитовая	Жилы, линзы
Магматогенно-гидротермальный	Скарновая	Залежи, зоны
	Грейзеновая	Зоны, залежи линзо- и плащеобразные
	Молибден-порфировая	штокверки
Гидротермальный	Молибденит-кварцевая	Жилы, штокверки, зоны
	Молибденит-сульфидно-кварцевая	То же
Метаморфогенно-гидротермальный	Молибденит-кварцевая	То же

Важная в промышленном отношении молибден-порфировая формация образуется в условиях гипабиссально-субвулканических закрытых рудно-магматических систем в результате тесного пространственно-временного сопряжения малообъемного плутонизма и рудных (гидротермальных) процессов, выраженных постоянной ассоциацией молибден-порфирового оруденения с штоками, дайками порфировых пород, телами автомагматических и автогидротермальных взрывных брекчий, нередко многократ-

ным чередованием магматических и рудных процессов. Типичные представители формации – месторождения Клаймакс (США), Жирекен (СССР) и многие другие. Необходимо отметить, что представление о якобы широком распространении порфирового оруденения в связи с вулканизмом пока что остается малообоснованным. Анализ материалов по вулканическим зонам Дальнего Востока показал, что рудоносность экстррузивно-субвулканических фаций вулканитов, приуроченных, обычно, к центрам вулканических извержений, как правило, носит рассеянный характер, т.е. в отличие от порфирового связана с функционированием открытых рудно-магматических систем. Известные же в вулканических зонах промышленные концентрации эндогенного оруденения разных формационных типов, в том числе порфировых, ассоциированы с интрузивными комплексами, формирование которых начинается после полного отмирания вулканической деятельности.

Гидротермальный генетический тип молибденового оруденения, объединяющий молибденит-кварцевую и молибденит-сульфидно-кварцевую формации, по отношению к ассоциирующим интрузиям является типично постмагматическим, формируется в мезо- и гипабиссальных условиях после окончательного остывания гранитоидных массивов. Промышленное значение месторождений данного генетического типа, представленного главным образом кварцево-жильными рудными телами, невелико из-за небольших запасов заключенного в них металла.

Метаморфогенно-гидротермальный тип молибденовой минерализации, выделенный на примерах раннепротерозойско-раннеарифейских проявлений Алданской и Становой провинций, обязан своим происхождением сочетанию процессов биотитзеленосланцевого-зеленосланцевого метаморфизма пород и воздействия глубинных флюидов. Важнейшие черты типа – развитие в зонах глубинных разломов на границах крупных блоков земной коры, соответственно – значительная протяженность зон метаморфогенных образований, наличие в последних элементов "пропилитовой" метасоматической зональности, большая частота встречаемости в них линз, гнезд, жил и прожилков кварцевого, кварц-полевошпатового, реже мусковит-кварцевого и кварц-карбонатного состава, несущих рудную минерализацию.

Предложенная группировка молибденовородных формаций требует, несомненно, своего дальнейшего совершенствования в процессе построения моделей молибденовых месторождений разной формационной принадлежности и разработки соответствующих прогнозно-поисковых поисков.

ДВИМС, Хабаровск

В.А.НАРСЕЕВ

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ВУЛКАНИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1. В пределах вулканических структур и связанных с ними близповерхностных золотых, золото-серебряных месторождениях очень ярко выражены геологические эффекты спонтанных, ритмических и циклических процессов магмо- и рудообразования. Ранее нами было показано (Нарсеев, 1968), что механизмом спонтанного отделения летучих расплава является полимеризация. Образование ритмических (полосчатых) структур кристаллических магматических пород и особенно изумительных по красоте и динамике формирований текстур рудных жил на вулканогенных месторождениях также связано с процессами последовательной и спонтанной полимеризации вещества гидротерм. Наконец, особенности строения стратовулканов, отдельных субвулканических тел, рудных и метасоматических образований свидетельствуют о циклическом (в режиме постоянного или затухающего осциллятора) их развитии.

2. Главными причинами этих явлений обычно считаются внешние — тектонические подвижки, образование пробок в магматических каналах, перекрытие путей циркуляции гидротерм, смешение с вадозовыми водами и т.п. Именно на основе таких представлений созданы концепция режвенации, модель сифона, модель адиабатического вскипания и др. Нет сомнения, что внешние воздействия играют важную роль в развитии рудно-магматических систем. Однако на их основе трудно дать объяснения регулярности возникающих явлений и геологических образований.

3. Многие проблемы снимаются, если рассматривать развитие с позиций современной синергетики (Г.Хакен, В.Эбеллинг и др.). Постулируя закрытость рудообразующей системы на определенном этапе развития, можно описать регулярные процессы, эффекты самоорганизации, выраженные в структурах и текстурах руд, положении и размерности концентрационных рудных столбов,

температурных инверсиях образования минеральных парагенезисов последовательных стадий и отдельных минералов, системой уравнений теплопроводности с "горением". Эти уравнения описывают поведение системы, где часть процесса реализуется по линейным законам, а другая — по нелинейным (обычно экспоненциальным). Возникновение резонанса (согласования) эффекта при малых воздействиях приводит к спонтанной регулярности, организации в системе. Вследствие этого возникают регулярные, циклические и периодические распределения различных свойств. Представляется, что для расплавных и гидротермальных систем к таким малым воздействиям относится полимеризация компонентов по механизму поликонденсации.

Синергетический подход позволяет раскрыть тонкий механизм образования месторождений и выявить новые, еще неизвестные связи внешних и внутренних причин эволюции рудоносных систем.

ЦНИГРИ, Москва

Р.Я.СКЛЯРОВ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ЭНДОГЕННЫМ И ЭКЗОГЕННЫМ РУДООБРАЗОВАНИЕМ, СОСТАВОМ И ОБЪЕМОМ ГОРНЫХ ПОРОД ЛИТОСФЕРЫ

В геологической истории Земли выделяются "доосадочная" и "осадочная" стадии развития литосферы. Согласно этой гипотезе, осадочная оболочка Земли сначала сформировалась в результате денудации первичной литосферы и вулканических извержений, а затем, после образования глобального осадочного слоя, пополнялась только изверженным материалом, вовлекавшимся в осадочный процесс во время вулканических извержений и усиления эрозии интрузивных тел на воздымающихся орогенах и других поднятиях.

Таким образом, в эпохи орогенеза и вулканизма намечается увеличение эндогенного и экзогенного породообразования, в связи с чем возрастает вероятность и рудообразования соответствующих генетических типов. С другой стороны, между мировыми запасами руд и кларками (McKelvey, 1960; Овчинников Л.Н., 1971) и количествами видов и разновидностей породообразующих глиноземистых минералов, содержащих данные химические элементы, были установлены корреляционные связи (Скляров Р.Я., 1987).

Кривая распределения породообразующих глиноземистых минералов литосферы, содержащих данный химический элемент и ранжированных в порядке уменьшения их количеств, приближается к показательной функции типа $y = e^{-(ax)^2}$. Расположенные в той же последовательности мировые запасы руд соответствующих химических элементов и их кларки обнаруживают подобные данной кривой тенденции в распределениях, что указывает на наличие общих для них закономерностей образования. Из этого следует, что геохронологические распределения горных пород литосферы, эндогенных и экзогенных полезных ископаемых должны между собой коррелироваться.

Это может быть проверено сопоставлениями эндогенного и экзогенного породо- и рудообразования в целом для Земли, территории СССР и ее дальневосточной части на основании опубликованных данных (Быховер Н.А., 1984; Рухин А.Б., 1980; Скляр Р.Я., 1986, 1987). По этим данным выделяются глобальные синхронные минимумы эндогенной и экзогенной рудоносности, как в целом, так и по видам полезных ископаемых, проявившиеся в ордовике-силуре и в триасе, и максимумы рудоносности в промежутках времени между этими периодами. Намечается и более детальная синхронизация распределения запасов во временных объемах геологических периодов и эпох как в целом для всего мира, так и для территории СССР и отдельных крупных регионов (Дальний Восток). Изменения количественных масштабов рудообразования в геологической истории описываются кривой затухающих колебаний, амплитуда которых уменьшается от молодых эпох рудообразования к древним, ограничиваясь показательной кривой.

Эндогенное и экзогенное рудообразование взаимообусловлено и является следствием изменения интенсивности всеобщего породообразования. Сопоставление всех вышеперечисленных распределений с данными о колебаниях уровня Мирового океана (Харленд У.Б., Кокс А.В., Ллевеллин П.Г. и др., 1985) показывает, что рудообразование сокращается при глобальных трансгрессиях, охватывающих значительную часть континентальной суши, например в ордовике-силуре, и увеличивается во время регрессий параллельно с увеличением размеров суши. В пространстве месторождения концентрируются в зоне сочленения тектонических структур Земли первого порядка – континентов и океанов. К

ней же, по А.Б.Рухину, приурочены наибольшие массы осадочных пород сравнительно с имеющимися их количествами во внутренних частях континентов и в океанах.

ДВИМС, Хабаровск

В.А.БУРЯК

РОЛЬ ВМЕЩАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ФОРМИРОВАНИИ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОЯСОВ

Изучению влияния состава пород на формирование гидротермального оруденения уделяется все более важное значение. Специально выполненный нами анализ накопленных данных позволяет отметить следующее.

1. Устанавливается прямая корреляционная зависимость между химическим составом пород разреза и составом рудных тел. Повышенное содержание тех или иных элементов в породах разреза находит отражение в повышенном количестве их в рудных телах. При этом имеются ввиду все породы (осадочные, метаморфические, магматические, включая содержащиеся в них поровые и трещинные воды), расположенные как на уровне локализации оруденения (где они являются рудовмещающими, либо находятся вблизи рудных тел), так и на более глубоких горизонтах – на путях миграции рудообразующих флюидов. Наиболее заметно влияние рудовмещающих пород.

В соответствии с этим в вулканогенных поясах (островодужных, внутри – и окраинноконтинентальных), содержащих в существенных количествах щелочные базальты и андезито-базальты, характеризующиеся высоким кларком теллура и золота и повышенным содержанием сульфидов, развивается золото-теллуровое (с сопутствующим серебром) оруденение, среди толщ андезитового и андезито-дацитового состава с более низким кларком теллура – преимущественно золотое оруденение (с сопутствующим серебром и золотом), в полях развития трахипапитовых вулканитов, обладающих повышенным кларком серебра, золотосеребряное и серебряное оруденение, среди углеродистых толщ с повышенным исходным содержанием золота и мышьяка и (или) свинца – соответственно золото-мышьяковое или золото-свинцовое оруденение.

Особенно благоприятно для формирования оруденения наличие непосредственно в вулканогенном ярусе или его основании

углеродсодержащих известковых, терригенных и вулканогенно-осадочных толщ, имеющих повышенный кларк золота (порядка 4-8 мг/т) и ряда других элементов (в том числе сурьмы, висмута, вольфрама, серебра, свинца, меди, цинка).

Содержание других элементов в рудных телах (мышьяка, олова, сурьмы, вольфрама и пр.) также обнаруживают довольно четко выраженную зависимость от их количества во вмещающих породах. В итоге проявляются необычные, на первый взгляд, геохимические парагенезисы. Золото, являясь типичным сидерофильным элементом, ассоциирует с типично литофильными элементами - фтором, марганцем, фосфором. По этой же причине оно нередко ассоциирует с вольфрамом и оловом - также типичными литофильными элементами.

Сторонниками связи оруденения с глубинными источниками отмеченная приуроченность месторождений золота, серебра, теллура и других металлов к определенным по составу типам магматических пород, обогащенными этими металлами, признается, но объясняется наличием между ними "парагенетической" связи. Как нам представляется, здесь недооценивается одно важное обстоятельство - значительное более позднее формирование оруденения по сравнению с соответствующими магматическими породами. Этот разрыв, судя по определениям абсолютных возрастов, достигает 30-50 млн. лет.

2. Величины отношений в рудных телах Au/Ag , Au/Te , Mg/Ca и др. коррелируются со значениями этих коэффициентов во вмещающих породах. Так, согласно выполненным нами расчетов, величина отношения Au/Ag уменьшается по мере перехода от основных пород к кислым и составляет: для габброидов - 0.048, для диоритов - 0.035, для андезитов - 0.02, для обычных гранитов и липаритов - 0.08, для щелочных - 0.002. Подобным образом изменяется отношение Au/Ag в рудных телах. При залегании в андезитах оно, как правило, больше 20, в кислых породах - меньше или равно 20.

3. Химический состав газовойжидких включений рудных тел коррелируется с составом пород разреза. Особенно хорошо это видно на примере калия. Роль его наиболее высока в месторождениях серебряного и золото-серебряного типов, что, можно полагать, в решающей мере обусловлено повышенным кларком калия во вмещающих породах. В золото-теллурических месторождениях соот-

ношение между K и Na примерно равные - опять таки в соответствии с соотношением этих элементов в типовых вмещающих породах-щелочных базальтоидах

4. Состав изотопов серы рудных тел коррелируется с таковым для вмещающих пород. По мере перехода от золото-теллурических месторождений к золото-серебряным (через золотые) происходит постепенное "облегчение" серы. Аналогичное изменение изотопов серы характерно и для рудовмещающих пород - при переходе от базальтоидов к трахитам. Золото-теллурическим месторождениям свойственна "утяжеленная" сера и наименьший разброс состава изотопов, что согласуется с мантийной природой вмещающих базальтоидов. Сера золото-серебряных месторождений имеет наиболее "облегченный" состав, что также согласуется с природой вмещающих пород.

5. Изотопный состав других элементов отвечает составу изотопов вмещающих пород и подземных (метеорных) вод. Рудообразование, судя по результатам изучения состава изотопов, происходит из подземных метеорных вод. Как низкотемпературные близповерхностные воды, так и термальные более глубокие, представляют собой метеорные в разной мере нагретые подземные воды, не испытавшие его частично.

6. Устанавливается зависимость состава руд от палеогидрохимической зональности подземных вод и, тем самым, от состава вмещающих толщ, поскольку состав подземных вод является функцией состава вмещающих толщ.

7. Масштабы оруденения (запасы) проявляют прямую зависимость от объемов пород, вовлекаемых в метасоматическую проработку, и интенсивности развития метасоматитов.

Исходя из сказанного, опираясь на принцип рециклинга, и должна строиться модель рудообразования в вулканогенных поясах. Принятие предлагаемой концепции позволяет, зная состав вмещающих пород, предсказать состав и масштабы оруденения, более успешно вести его поиск и оценку.

ДВИЖС, Хабаровск

А.И.КАЛИНИН

ЛОКАЛЬНАЯ ГЕОДИНАМИКА И ЗОНАЛЬНОСТЬ БЛИЗПОВЕРХНОСТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Контрастная структурная и вещественная зональность является общим свойством малоглубинных месторождений. Рудоот-

ложение на вулканогенных месторождениях происходит в обстановке вертикальных, преимущественно восходящих, перемещений, обусловленных воздействием магматических диапиров. В сложной геодинамической истории большинства месторождений наиболее интересным является этап предрудных штамповых дислокаций, определяющий главные черты структурной, а через нее вещественной зональности. Штамповые дислокации, вызываемые внедрением гранитных плутонов — обязательных элементов магматогенно-рудных центров, обуславливает деформации поперечного изгиба в породах кровли и куполообразование. В геологических телах, деформируемых путем поперечного изгиба, возникают по вертикали две зоны: внешняя растяжения и внутренняя — сжатия, которые разделяются нейтральной поверхностью, причем степень относительной проницаемости среды возрастает снизу вверх в пределах каждой из зон. В любом типичном близповерхностном месторождении указание зоны четко проявляется в особенностях строения и состава рудоносных и других геологических образований.

Показательны в этом отношении сульфидные сереброполиметаллические месторождения, локализованные среди вулканитов Балыгичано-Сугойского прогиба Прихотского отрезка ОЧВН. Геодинамическая специфика их формирования состоит в том, что условия сжатия в данном случае проявились в зоне растяжения штамповых дислокаций и обусловлены конкретными структурными особенностями рудных полей. Обязательными условиями образования рудовмещающих структур сжатия на указанных месторождениях является четкая стратификация рудовмещающей вулканогенной толщи, ее пологое залегание и нарушенность крупными сбросами. Крупные сбросовые перемещения блоков, вызванные воздействием гранитных плутонов, определяют формирование послонных зон рассланцевания и милонитизации, вмещающих прожилково-вкрапленные руды.

Особенно сложная вертикальная зональность формируется при двухъярусном строении рудных полей, когда верхний ярус сложен недислоцированными вулканитами, а нижний — складчатыми осадочными образованиями. Штамповые деформации в этом случае осложняются интерференцией полей напряжений различного возраста и характера.

Геодинамический подход к изучению штамповых рудовмеща-

ющих дислокаций открывает возможность аналитического определения вертикальной протяженности зон сжатия и растяжения и получения дополнительных важных параметров зональности рудных полей и месторождений, весьма необходимых для их оценки. Однако известные в теории сопротивления материалов зависимости и закономерности вряд ли можно механически перенести на сложные геологические объекты. Требуется специальное экспериментальное исследование процесса штамповых деформаций, максимально воспроизводящее реальные условия морфогенеза в пределах вулканических поясов.

Характер развития штамповых деформаций определяет также существенную латеральную зональность рудных полей. Как показали исследования М.М.Константинова и автора, куполообразование над жесткими штапами идет по-разному в зависимости от того, насколько нарушена ранее деформируемая среда (Константинов и др., 1980).

Когда штамп внедряется в среду, предварительно сильно нарушенную разломами, то центробежного развития трещин, как показали экспериментальные данные, не происходит, а активизируются уже существующие дизъюнктивы и формируется блоковое горстовое сооружение, нередко обладавшее чертами купольной постройки. При этом латеральная зональность оруденения не носит такого закономерного характера, как в предыдущем варианте.

Процесс формирования структур месторождений сложный, в нем наблюдается неоднократная смена режимов сжатия и растяжения. Но если с помощью набора геологических критериев реконструировать геодинамику собственно рудного этапа, то выясняется, что рудоотложение происходило либо в условиях сжатия либо растяжения, и исходя из этого возможно выделение геодинамически типоморфных и геодинамически конвергентных рудных формаций и месторождений.

Под геодинамическим типоморфизмом понимается соответствие определенных типов золоторудных месторождений определенной геодинамической обстановке этапа рудоотложения. Геодинамическая конвергентность — появление однотипных месторождений в различных условиях геодинамического режима рудного этапа. Большинство месторождений золота и серебра, в

том числе и близповерхностные, принадлежат к геодинамически конвергентным образованиям и возникают как в условиях сжатия, так и растяжения. Геодинамически типоморфными являются сульфидные руды, образующиеся только в условиях сжатия.

Развиваемые представления о локальной геодинамике рудных полей и месторождений, геодинамическом типоморфизме и геодинамической конвергентности рудных формаций имеют прямой выход в практику.

Исходя из установленных закономерностей, возможно прогнозировать структурные особенности месторождений новых для отдельных структур формационных типов в зонах определенного геодинамического режима. В частности, золотосеребряное оруденение эпохи ТМА мезозойд будет размещаться в аналогичных структурах, что и золотокварцевая минерализация орогенного этапа.

Отмеченные признаки различия золотосеребряных месторождений мезозойд и ОЧВП охватывают также и другие геодинамически конвергентные рудные формации: сереброполиметаллическую и оловосеребряную. При оценке их проявлений в мезозойдах более правомерно оперировать характеристиками месторождений областей сжатия — золотокварцевых и золотосульфидных.

Опираясь на ведущий механизм тектонических движений этапа активизации — повторные перемещения и подновления уже сформировавшихся разломов, следует допускать широкое развитие процессов совмещения орогенного и позднеорогенного оруденения в одних локальных рудовмещающих структурах. В первую очередь это относится к золотокварцевому штокверковому оруденению в дайках, на которое может накладываться такого же структурно-морфологического типа более молодое золотосеребряное оруденение. Это справедливо также и относительно других типов месторождений.

ИГО "Севостокгеология", Магадан

Ю.И. БАКУЛИН

О НОВОМ ПОДХОДЕ К ОЦЕНКЕ СТРУКТУРЫ ОЛОВОРУДНЫХ ПОЛЕЙ

I. Объектами интенсивных геологоразведочных работ на олово в последние годы являются месторождения "неблагонадежных" генетических типов, как правило, давно известные и оценивавшиеся весьма осторожно, но переросшие в ходе работ в объекты первой величины. В качестве примеров таких объек-

тов рассматриваются Правоурмийское (Бадхальский оловоносный район) и другие месторождения. Характерные особенности месторождений рассматриваемого типа имеет Хинганское месторождение, находящееся в эксплуатации более 40 лет.

2. Правоурмийское месторождение локализуется в висячем боку пологозалегающей (около 40°) протяженной и мощной дайки гранит-порфиров, рассекающей вулканические образования Бадхальского поля (игнимбриты липаритов). Вдоль трещин несколько различно ориентированных систем развиваются кварц-топаз-касситеритовые, кварц-мусковитовые, кварц-турмалиновые прожилки, сопровождающиеся кварц-сидерофиллитовым изменением, образующим единую метасоматическую зону большой протяженности по простиранию и падению. Литофильный характер оруденения связан с формированием в обстановке устойчивого сводово-глыбового поднятия.

3. Тигриное месторождение находится в пределах Восточно-Сихотэ-Алинского синклиория вблизи штокообразного тела гранитоидов пестрого состава от гранодиоритов до лейкократовых гранитов (радиально-конвективного типа, по И.Н. Говорову). Слабая степень контрастности геодинамических условий формирования структуры определяет пестроту состава магматических пород, кали-натровый тип щелочности, сложный минеральный и геохимический состав руд: олово (в сульфидной и окисной формах), вольфрам, бериллий, цинк, скандий, молибден и др. Оруденение развивается в позднемагматическую (пегматоиды) аутометасоматическую (грейзены), эксплозивную (гидротермально-эксплозивные брекчии) и гидротермальную стадии развития рудно-магматической системы при значительном вертикальном размахе оруденения не свойственном данному генетическому типу.

4. Хинганское оловорудное месторождение относится к хлоритовому типу касситерит-силикатной формации, локализовано среди липаритов совместно с этмолиитообразной залежью гранит-порфиров, сопровождаемой телами эксплозивно-гидротермальных брекчий. Рудные тела имеют трубообразную форму с отношением поперечника к глубине распространения как 1:10 — 1:30. Они распространяются, как правило, в теле гидротермально-эксплозивных брекчий как среди гранит-порфиров, так

и вмещающих аппаратов на глубины не менее 1000 м от поверхности.

5. Общей особенностью охарактеризованных рудных полей является наличие магматического тела, создающего аномалию теплового поля и анизотропное изменение параметров геохимического поля, которые определяют морфологические особенности рудных тел. Аналогичная информация по особенностям рудных залежей и структурам рудных полей других месторождений среди вулканитов позволяет сформулировать правило: в анизотропном геохимическом поле геометрические параметры рудных тел подобны векторам поля. Этим правилом можно пользоваться для суждения о возможных морфологических особенностях рудного тела при оценке распространения оруденения на глубину.

6. В вулканических областях протяженные по падению рудные залежи образуются вблизи экстрезий, субвулканических интрузий, корневых частей вулканических построек, дайкообразных тел, а также в случае пологого, субгоризонтального залегания, т.е. в направлении наименьшей изменчивости термодинамических условий. Малые интрузии, отличающиеся признаками значительной удаленности от материнских очагов, также благоприятны для формирования локальной тепловой аномалии, способствующей выдержанности оруденения по падению.

ДВИМС, Хабаровск

В.П.БОРОВКОВ, А.Е.ПОЛОЗОВ, А.Б.ИГНАТЬЕВ
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ХИНГАНО-
ЯУРИНСКОГО ОЛОВО-РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО РУДНОГО РАЙОНА

Последнее десятилетие (1977-1987 г.г.) ознаменовалось в изучении позднемазозойских вулкано-тектонических структур (ВТС) рудных районов Буреинского массива созданием объемных прогнозно-геологических моделей на основе применения комплекса геолого-геохимического и петрофизического картирования, объемной структурной геофизики, петрологического изучения вулканогенных комплексов, метасоматитов и вещественного состава руд. В восточной части Буреинского массива выделяются две позднемазозойские вулканогенные зоны: Хингано-Баджалская и Даур-Быдырская. Первая проходит через внутреннюю часть массива, вторая - по восточному его обрамлению, вдоль

зоны Куанского разлома. В местах сочленения этих зон с трансформными широтными разломами - Сыркум-Млочанским и Широтным располагаются ВТС уже известные рудные районы (Хингано-Урмийский, Баджалский), а также районы с неясными перспективами, недостаточно изученные.

Наиболее исследованными оказались ВТС зоны сопряжения Малохинганского и Туранского блоков массива: Каменушинская, Малокаменушинская, Таландженская, Яуринская, Сутарская и Хингано-Олонойский вулканогенный грабен. Ареал развития этих ВТС с проявлением в пределах него оловянных и редкометалльных оруденением выделяется как Хингано-Яуринский рудный район, для которого характерны излагаемые ниже оригинальные черты геологического строения и локализации оруденения.

В структуре района выделяются следующие элементы:

1. Зона Широтного разлома и разделяемые им краевые части метаморфического субстрата Малохинганского блока на юге и гранитизированного Яурин-Каменушинского блока на севере. 2. Южная часть рудного района, где располагаются Хингано-Олонойский вулкано-тектонический грабен, Сутарская ВТС и ряд более мелких вулканогенных структур, залегающих на метаморфическом древнем фундаменте и представляющих собой приразломные образования. 3. Северная часть рудного района, где преобладают ВТС центрального типа (Каменушинская, Таландженская и др.) и реже приразломные (например, Яуринская); древний фундамент здесь, как правило, гранитизирован. Вулканизм ВТС, характеризуется гомодромной направленностью (андезит-базальтовая-дацит-ляпаритовая вулканогенная ассоциация) с преобладанием покровных фаций. Для заключительных этапов магматизма характерны экстрезии и субвулканические интрузии кислого состава с эпизодическим проявлением в этот момент андезит-базальтовых излияний.

Основной рисунок разрывных нарушений рудного района составляют:

- наиболее древние широтные и субмеридиональные разломы;
- северо-восточные и северо-западные разломы, в связи с которыми происходило формирование приразломных и центрального типа ВТС. По северо-западным разломам трассируются дайки и малые интрузии гранит-порфиров и граносиенит-порфиров,

система северо-восточного простирания отвечает основному направлению складчатости в соседней мезокайнозойской Сихотэ-Алинской геосинклинали;

- наиболее молодая субширотная ($70-75^{\circ}$) и субмеридиональная ($350-5^{\circ}$) система разрывных нарушений, отвечающая мезозойской тектоно-магматической активизации. Субширотные разломы являются, как правило, каналами излияния трещинного типа для лав средне-основного состава, а узлы их пересечения с субмеридиональной системой, чаще всего, являются каналами излияний центрального типа для вязких лав средне-кислого состава;

- субширотные структуры, отвечающие основному направлению Широкого разлома, контролировали излияние и самих молодых в рудном районе кайнозойских базальтов.

Широкий спектр околорудных и рудных метасоматитов района колеблется от грейзенов до аргиллизитов, проявляющихся в связи с малыми интрузиями, экструзиями и покровными вулканами. Рудомещающими и рудоперспективными фациями ВТС являются близповерхностные, субвулканические интрузии и экструзии, а также вся геолого-структурная обстановка вблизи этих образований.

Для рудного района характерна полярность размещения оруденения: известные промышленные концентрации олова размещаются в южной части, где фундамент метаморфический, а редких металлов - в северной части, где фундамент гранитизирован. Переходная зона изучена слабо, и, по имеющимся предположениям, может быть перспективной на оба вида руд как в пределах имеющихся здесь ВТС, так и в пределах фундамента массива, имеющего переходный состав.

ИГО "Таежгеология", ДВИМС, Хабаровск

Л.А. БАННИКОВА, Т.М. СУШЕВСКАЯ, С.Н. КНЯЗЕВА,
М.Ю. СПАСЕННЫХ, В.Л. БАРСУКОВ

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ЗОН РАЗЛИЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В КОМСОМОЛЬСКОМ ОЛОВОРУДНОМ РАЙОНЕ

I. Минерализованные зоны и оловорудные месторождения Комсомольского рудного района, согласно фундаментальным геолого-структурным, минералого-геохимическим, геофизическим работам, являются производными единого процесса. В пре-

делах рудного района, равно как и в пределах отдельных месторождений и зон минерализации, распределение Sn оруденения характеризуется неравномерностью. При сравнимых мощностях и идентичном минеральном составе дорудных ассоциаций зоны различаются по содержанию Sn на 1-2 порядка. Настоящее исследование построено на результатах изучения материала минерализованных зон Главной, Придорожной, Центральной, Ягодной, Авральной, Левоскинской, Звериной, Озерной, Прерывистой, позволяющим провести сравнение условий образования минеральных комплексов различной продуктивности с целью выявления физико-химических причин, контролирующей интенсивность развития касситеритового оруденения.

2. Комплекс данных, использованный для решения поставленной задачи включает: а) солевой и газовый состав флюидных включений в минералах; б) концентрации сульфидной серы в растворах включений, в) изотопный состав углерода углекислоты флюидных включений, г) химический состав органического вещества, рассеянного в минеральных ассоциациях, а также ранее опубликованные данные по температуре отложения минеральных ассоциаций (Кокорин, Кокорина, 1967, 1971, 1982), по соотношению валентных форм Fe в турмалинах и лантаноидов в шелитах (Гавриленко и др., 1986), по изотопному составу серы сульфидов (Загряжская, Гриненко, 1981), по изотопному составу кислорода минералов (Устинов, Сушевская, 1987).

3. Анализ полученного материала показал, что флюиды, из которых происходило отложение основной массы касситерита на месторождениях и из которых сформировалась непромышленная минерализация, не отличаются по температуре, агрегатному состоянию, солевому составу, по величине pH, но существенно непохожи по окислительно-восстановительному состоянию. Из этого следует, что при образовании месторождений основным физико-химическим фактором, определяющим продуктивность минерализованных зон, является величина fO_2 растворов. Формирование зон с низкой продуктивностью в более восстановительных условиях по сравнению с зонами промышленной минерализации находит объяснение в химических особенностях переноса и отложения олова в гидротермальных условиях.

Рассмотрение данных по минерализованным зонам Комсомольского рудного района приводит к представлению о том, что мо-

билизация и перенос олова осуществлялись восстановленными флюидами, возникшими при глубоком термическом преобразовании пород коры, вплоть до ее гранитизации. Взаимодействие флюидов, отщепляющихся от гранитного расплава, с метеорными водами, вовлеченными в конвективное движение вокруг гранитных интрузий, являлось необходимым условием для формирования рудной минерализации. Существование зон с непромышленной минерализацией обусловлено либо отсутствием смещения названных выше флюидов, либо небольшим количеством флюидов метеорного происхождения, поступавшего в эти зоны.

ГЕОХИ АН СССР, Москва

С.М.РОДИОНОВ

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ОЛОВО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Олово-порфировые месторождения являются одним из перспективных типов оловорудных объектов. В иерархическом ряду классификационных понятий термин "олово-порфировые месторождения" занимает более высокое положение по сравнению с термином "оловорудная формация" и по своему статусу соответствует генетической группе.

Олово-порфировые месторождения являются продуктами заключительных этапов развития рудно-магматических систем, представляющих собой составные части вулканоплутонических ассоциаций. Тесная связь с субвулканическими интрузиями и локализация в пределах вулканотектонических структур обуславливает их распространение только в вулканоплутонических поясах.

Непременным элементом геологического строения рассматриваемых месторождений являются небольшие интрузивные субвулканические массивы и тела бракций эксплозивного или гидротермально-эксплозивного происхождения. Магматические породы относятся к щелочным или субщелочным разновидностям. Характерны повышенные содержания калия, резко преобладающего над натрием и кальцием. Коматитичные эффузивы принадлежат латитовой серии, родоначальная магма пород которой относится к калиевой разновидности щелочной оливин-базальтовой магмы глубоководного генезиса.

Одной из основных особенностей олово-порфировых месторождений является широкое развитие метасоматических преоб-

разований, которым подверглись породы штоков и их экзоконтактов. В результате сформировались крупнообъемные метасоматические залежи, содержащие рассеянную и штокверковую оловянную минерализацию. Наиболее типичны кварц-серпичитовые изменения, подчиненную роль играют турмалиниты, хлорититы и аргиллизиты. Выделяются два основных морфологических типа руд - ранний, прожилково-вкрапленный, поздний и жильный. Основная масса продуктивной минерализации связана с первым типом.

Многие из наблюдаемых особенностей олово-порфировых месторождений могут быть объяснены с позиций признания конвективной магматогенно-гидротермальной системы. Здесь ядерная зона формируется растворами магматического происхождения, тогда как зона, окружающая ядро, возникает там, где газопаровая фаза, мигрируя в стороны от ядра, конденсируется и превращается в менее соленые и более низкотемпературные растворы, путем смешения с относительно холодными метеорными водами.

До недавнего времени олово-порфировые месторождения не рассматривались в качестве самостоятельной группы. При их оценке и разведке основное внимание уделялось второстепенным по масштабам жильным рудным телам, что приводило к неправильной оценке промышленной значимости разведываемых объектов.

ДВИМС, Хабаровск

П.Г.ВЕДЕРНИКОВ

ГРУППЫ ОЛОВОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИХОТЭ-АЛИНЯ

С целью поиска путей разработки критериев прогнозирования и оценки оловорудных проявлений и месторождений Сихотэ-Алиня была предпринята попытка их группирования по ряду ведущих признаков. Основные из них следующие: 1 - пространственно-структурные связи месторождений с интрузивными породами; 2 - вещественный состав ореольных и локальных метасоматитов (грейзены, серпичитовые, серпичит-хлоритовые, хлоритовые, турмалиновые и пропилитовые метасоматиты); 3 - профиль рудной минерализации (касситерит-вольфрамитовый, кварц-сульфидный, колчеданно-полиметаллический, свинцово-цинковый). В качестве дополнительных признаков использовались данные о длительности и прерывистости процессов формирования место-

рождений, структурные условия локализации, интенсивность рудообразующего процесса, промышленная значимость месторождений и некоторые другие.

По указанным признакам в сравнительном плане проанализировано около 80 месторождений пяти рудных районов Сихотэ-Алиня, которые объединены в восемь групп:

1. Касситерит-вольфрамитовые проявления грейзенового типа, ассоциирующие с гранитоидными интрузиями (Тигриное, Юбилейное, Чимчитузское и др.).

2. Кварц-сульфидные оловорудные проявления серицитового типа, тесно связанные с субвулканическими штоками дацит-порфиров и дайками фельзитов, кварцевых порфиров (Уджаки, Ивановское, Скрытый и др.).

3. Оловянно-порфировые проявления серицит-хлоритового типа, ассоциирующие с близповерхностными порфировыми штоками и сериями даек разнообразного состава (Мопау, Звездное, Янтарное и др.).

4. Серицит-хлорит-сульфидные оловорудные проявления, формирующиеся многоэтапно около интрузивных центров с зональным распределением рудной минерализации от грейзеновой до серицит-хлоритовой сульфидной (Яко-Яни, Игту, Арминское, Голубое и др.).

5. Алюмосилицитовые (хлорит-малосульфидные) проявления ассоциирующие со штоками гранит-порфиров и дайками среднего состава (Октябрьская группа).

6. Турмалин-сульфидные оловорудные проявления, тесно связанные с гранодиорит-порфировыми интрузиями (Адинское, Горное, Верхне-Арминское, Темногорское и др.).

7. Хлорит-сульфидные оловорудные месторождения пропилитового типа ассоциирующие с комплексом даек разнообразного состава (Хрустальное, Смирновское, Дубровское и др.).

8. Свинцово-цинковые неоловоносные или слабо оловоносные проявления, ассоциирующие с дайками разнообразного состава (Мирное, Лагерное и др.).

Сравнительный анализ перечисленных групп месторождений показывает, что в направлении от первой к восьмой группе последовательно изменяется: характер прерудных метасоматитов от высокотемпературных грейзенов до низкотемпературных хлоритовых и пропилитовых; геохимический профиль минерализу-

емых растворов от существенно калиевого до магнезиально-железистого; профиль рудной минерализации — от оловянно-вольфрамовой кварц-сульфидной и колчеданно-полиметаллической до свинцово-цинковой; характер связи оруденения с магматическими породами — от непосредственной (в грейзеновом типе) до структурно-парагенетической (в пропилитовом типе); вертикальная протяженность оруденения и морфологические типы минерализации (от ореольного до глубококорневого).

Промышленные месторождения известны в двух группах — первой и седьмой. Нередко это полигенные и полихронные месторождения, формирующиеся многоэтапно. Дальнейшее совершенствование критериев оценки целесообразно в направлении детального сравнительного изучения оловорудных проявлений в наиболее перспективных группах.

ДВИМС, Хабаровск

В. И. СОТНИКОВ, А. П. БЕРЗИНА
ДИСКРЕТНО-НАПРАВЛЕННОЕ РАЗВИТИЕ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ
РУДНО-МАГМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ
ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ ПОЯСАХ МОНГОЛИИ

1. Медно-молибден-порфировые месторождения и рудопроявления Монголии концентрируются в пределах региональных структур типа наложенных рудных поясов, связанных с развитием внегосинклинальных тектоно-магматических процессов и в целом контролирующихся вулканоплутоническими поясами. Структурами, определяющими размещение рудных узлов, являются пересечения региональных тектонических структур, согласных с направлением поясов, крупными сквозными зонами поперечных дислокаций. Эти зоны глубинного заложения создают возможности для связей с глубокими уровнями Земли и выступают в качестве высокоэффективных дренирующих структур, обеспечивающих концентрирование флюидопотоков до уровня, достаточного для образования крупнообъемных месторождений.

2. В медно-молибденовых рудных узлах устанавливается пространственно-временная связь оруденения с формированием дайко- и штокообразных тел порфировых пород. При своих небольших размерах, возрастном отрыве и определенной петрогенетической автономности относительно более крупных вмещающих интрузивных масс эти порфировые интрузии чаще всего не могут энергетически и по объему отделяющихся флюидов обеспе-

чить формирование крупномасштабных месторождений. Последнее возможно только в случае органического вхождения порфиров в крупную длительно развивающуюся рудно-магматическую систему (РМС).

3. Общая рудопродуктивность РМС во многом определяется длительностью и многоэтапностью развития системы. Характерной особенностью рудных узлов является пульсационное развитие рудоносного (порфирового) магматизма, когда на локальных участках, особенно в зонах концентрированного рудоотложения, сочетаются несколько отличающиеся по составу и структуре породы, находящиеся между собой как в фацальных, так и эруптивных отношениях. При общей петрохимической, а обычно и минералогической близости эти магматические образования довольно отчетливо группируются в ряд последовательно развивающихся ритмов, эволюция которых в целом соответствует фазовой последовательности становления вмещающих плутонов. Рудно-метасоматические образования в той или иной степени сопровождают каждый порфировый ритм, когда завершающие его магматиты представлены породами повышенной кремнеземистости, и щелочности (с возрастанием роли калия). На наиболее детально изученном месторождении Эрдэнэтуйн-Обо установлена повторяемость в эволюции рудно-метасоматических процессов, сопровождающих отдельные порфировые ритмы. Здесь после первого и второго ритмов, во втором рудно-метасоматическом этапе, рудообразующий процесс развивается практически по единой схеме, хотя и характеризуется определенными отличиями, в частности, уменьшением общей масштабности рудообразования, сокращением интенсивности метасоматических преобразований, возрастанием роли молибдена и т.д.

4. Установленное дискретно-направленное развитие РМС в медно-молибденовых рудных узлах является, очевидно, наиболее оптимальным для формирования крупномасштабного концентрированного оруденения. Этим же во многом объясняется существующая обычно неравномерность в распределении оруденения в пределах рудных узлов, а также наличие многоэтажных эшелонированных рудных залежей.

ИГиГ СО АН СССР, Новосибирск

А.П.БЕРЗИНА, В.И.СОТНИКОВ

ФЛЮИДНЫЙ РЕЖИМ РУДНО-МАГМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
МОНГОЛИИ В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЯСАХ

С выделяемыми в пределах Монголии Северным, Средним и Южным вулканическими поясами тесно ассоциирует медно-молибденовая минерализация. В значительных масштабах она проявлена в пределах Северо-Монгольского пояса. Перспективность других поясов, и прежде всего Южно-Монгольского, подтверждается выявленными геолого-геохимическими признаками, характерными для указанного типа оруденения.

Масштабность рудной минерализации в значительной степени обусловлена флюидным режимом эволюционирующей рудно-магматической системы. Для формирования последней определяющим моментом является смена тектоно-магматической обстановки. На раннем этапе, связанном с интенсивными подвижками вдоль сквозьлитосферных разломов субширотного простирания, происходило массовое излияние эффузивов и флюидов, что приводило к рассеянию рудного вещества во вмещающих породах и атмосфере. Позднее в этап диапиризма, под влиянием поднимающихся мантийных потоков, создавались условия благоприятные для формирования рудопродуцирующих флюидно-магматических систем.

В рамках геолого-генетической модели рудно-магматической системы, генерирующей медно-молибденовые месторождения, выделяется несколько источников флюидов: мантийный, магматический в связи с функционированием нижнего, промежуточного и субвулканического (на уровне формирования рудоносного комплекса) очагов и метеорный. Роль отдельных флюидных источников в течение длительного (иногда более 20 млн. лет) развития протяженной от мантийных до субповерхностных глубин рудно-магматической системы была различной.

Мантийные потоки в благоприятных условиях были инициаторами процессов магмообразования и генераторами, необходимыми для энергии и вещества, в том числе и рудного, в нижней части магматогенной системы. Они же оказывали значительное влияние на развитие процессов на верхних уровнях.

Определяющая рудогенерирующая роль отводится флюидам промежуточного магматического очага, где кристаллизация расплава сопровождалась формированием восходящих потоков, которые вместе с глубинными, связанными с функционированием нижнего

очага, обусловили высокую флюидонасыщенность на уровне формирования рудоносного комплекса. Учитывая энергетические и физико-химические свойства флюидов на уровне промежуточных очагов, можно предположить, что они являлись основными носителями рудных компонентов при их перемещении до уровня становления порфирового комплекса и тесно с ним ассоциирующей рудной минерализации.

Как показывают расчеты, количество флюидов, отделяющихся на уровне развития порфирового комплекса, не может обеспечить гидротермальный процесс в проявленном на месторождениях масштаба. Этим флюидам отводится большая роль в перераспределении, мобилизации и концентрировании рудного вещества и энергетической обеспеченности рудообразующего процесса наряду с участием флюидов, поступающих из других источников; как глубинных, так и поверхностных.

Изучение минералов из пород, формирующихся на уровне промежуточного очага и области становления порфирового комплекса, с использованием микросондового, термобарогеохимического и изотопного исследований, позволило оценить параметры флюидного режима и летучих компонентов, а также распределения рудных компонентов на отдельных горизонтах рудно-магматической системы. Это необходимо как для разработки модели медно-молибденовой формации, так и обоснования поисково-оценочных критериев на этот тип оруденения.

ИГиГ СО АН СССР, Новосибирск

Г.С.МИРЗЕХАНОВ

МИНЕРАЛОГ-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ЗОЛОТО-РУДНЫХ ПОЛЕЙ (на примере Южного Верхоялья)

Рудовмещающая формация рудных полей представлена ритмично-построенными углеродисто-терригенными образованиями, которые претерпели метаморфические изменения не превышающие начальные стадии зеленосланцевой фации. В мощных алевропелитовых частях разреза вулканогенно-осадочная и, трансформированная, метаморфогенно-метасоматическая сульфидная минерализация, в относительно маломощных пачках грубообломочных пород - стратифицированные золото-кварцевые жилы.

Проведены минералог-геохимические исследования, выводы которых заключаются в следующем:

1. С увеличением постдиagenетических преобразований ос-

новой минерал сульфидных тел - пирит существенно перекристаллизуется: тонкозернистые массы пирит-марказита (I тип) переходит в мелко-кристаллический пирит с оторочками кварца (III тип). Совместно с последним нередко отмечается арсенопирит.

2. Перекристаллизация пиритов сопровождается значительным их очищением от элементов-примесей, в первую очередь золота, серебра, меди (в 10-100 раз), свинца, цинка (в 5 раз); сменой электронного (п) дырочным (р) типом проводимости; облегчением средних значений изотопного состава серы пиритов (от -0.9 до -1.9%).

3. В собственно алевропеллитовых толщах наблюдается заметное понижение кларковых содержаний золота от 5 мг/т до 0.5 мг/т; Na_2O от 3 до 1.5% и повышение K_2O от 3 до 4.5%.

4. В грубообломочных породах средние содержания Na_2O , K_2O имеют противоположную тенденцию. Содержание металла в стратифицированных кварцевых жилах закономерно возрастает и в нижних частях имеющейся метаморфической колонки, достигает промышленно значимых.

Установленную минералог-геохимическую зональность можно использовать при мелко-среднемасштабных исследованиях для прогнозной оценки площадей; при поисковых работах - для выделения наиболее перспективных участков и конкретных уровней.

ДВИМС, Хабаровск

В.М.ОЛЫШЕВСКИЙ

СТРУКТУРНЫЕ ТИПЫ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕРИВУЛКАНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА

Интерес к области тектоно-магматической активизации мезозойд Северо-Востока, примыкающей к Охотско-Чукотскому вулканогенному поясу (перивулканическая зона), значительно возрос в последние годы в связи с открытием и изучением новых типов рудных месторождений. Открытия эти позволили в большой степени восполнить пробелы в рядах рудных формаций и установить новые структурные типы рудных месторождений.

Это прежде всего тип рудных полей и месторождений, приуроченных к пологопадающим сколосы: нарушениям (надвигам) и оперяющим их сколосы (реже отрывам). К этому типу принадле-

жат золото-сульфидные рудные поля Центральной Чукотки. Масштабы надвиговых структур соизмеримы с площадями контролируемых ими рудных полей, ориентировка их разноплановая. Подобные надвигово-чешуйчатые образования нередки вблизи вулканического пояса и сжатие обуславливалось именно продольным давлением на нарушенные блоки мезозойд от вулкано-тектонических очагово-купольных структур. Рудные тела на месторождениях преимущественно прожилково-вкрапленного типа.

Не менее важен тип жильных месторождений, на которых рудные тела залегают в трещинах отрыва, главным образом, одной системы. К этому типу относятся колымские и чукотские золото-серебряные месторождения, обнаруженные не только в осадочных породах, но и в небольших штоках гранитоидов. На этом типе структур рудных месторождений отчетливо проявлен литолого-петрографический контроль, имеющий здесь необычайно важное значение. В осадочных породах отрывные структуры прослеживаются на небольших расстояниях, а в изверженных породах штоков обычно наиболее полно проявлены в пределах штоков и на их глубину. Сформировались рудомещающие трещины отрыва в связи со сдвиговыми смещениями вдоль рудоконтролирующих разломов в условиях продольного сжатия.

Важную роль в локализации оруденения на обоих типах рудных полей играют дайки, синхронные и комагматичные породам вулканогенного пояса.

К третьему типу отнесены месторождения, связанные с телами, трубками, жилами инъекционных брекчий (ртутное оруденение Центральной Чукотки). Оруденение здесь накладывается на тела инъекционных брекчий либо тесно ассоциирует с инъекционными брекчиями, образованными при прорывах газокатакlastической смеси из близповерхностных магматических очагов. Эти прорывы также обусловлены в значительной степени тангенциальным сжатием.

Позиция рудных столбов в самом общем виде для всех типов рудных полей определяется, главным образом, пересечениями разломов. Немаловажную роль играют складчатые деформации, морфология тел изверженных пород и инъекционных брекчий.

Таким образом, названные типы структур рудных полей объединяют пространственная и генетическая связи с вулкано-плутоническими комплексами синхронных и комагматичных образова-

ниям вулканического пояса, преобладающий режим тангенциального сжатия, обусловленный давлением плутоно-вулканических масс от магмоконтролирующих наклоненных к материку тектонических швов, отождествляемых некоторыми исследователями (Умитбаев, 1986 и др.) с зонами Вадати-Заварицкого-Беньофа. ИГО "Севостокгеология", Магадан

А.А. ЧЕРЕПАНОВ, П.А. КОТОВ, М.Д. РЯЗАНЦЕВА
ФЛЮОРИТОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВУЛКАНО-
ПЛУТОНИЧЕСКИХ ПОЯСОВ ВОСТОКА СССР

Флюорит — главный промышленный минерал фтора, потребление которого в мире постоянно растет, удваиваясь примерно каждые 10 лет. Подавляющее большинство флюоритовых месторождений СССР приурочено к трансконтинентальному Центрально-Азиатскому складчатому поясу, протягивающемуся в широтном направлении от Центрального Казахстана до берегов Тихого океана. В вулкано-плутогенных поясах Востока СССР выделяются Монголо-Забайкальская и Приморская флюоритоносные провинции. Кроме того, признаки промышленной флюоритовой минерализации установлены и в других регионах Востока СССР.

Монголо-Забайкальская провинция отличается весьма высокой экстенсивностью флюоритовой минерализации. Количество месторождений и проявлений превышает первые тысячи. Они подразделяются на собственно флюоритовые, комплексные и флюорит-содержащие. Наиболее многочисленны и разнообразны месторождения и проявления эпitherмальной флюоритовой (кварц-флюоритовой) формации. Они размещены в пределах областей развития раннепалеозойской континентальной коры, в разной степени переработанной, и контролируются рифтогенными позднемезозойскими структурами с широко проявленным вулканогенным базальт-ролитовым магматизмом повышенной щелочности. Рудные тела представлены круто падающими жилами выполнения, штоков, разнообразными минерализованными зонами дробления и жильно-прожилковым оруденением, реже пластообразными залежами и более сложными телами. По составу руд месторождения Забайкалья относятся к кварц-флюоритовому (Усуглинское, Солонечное), кальцит-кварц-флюоритовому (Гарсонуйское, Этитинское), сульфидно-кварц-флюоритовому (Калангуйское) минеральным типам. В МНР известны и барит-кварц-флюоритовые месторождения (Галшарийн и

др.). Кроме флюорита, кварца, кальцита, барита и сульфидов железа — главных минералов руд, в последних в переменных количествах содержатся глинистые минералы (каолинит, накрит и др.), адуляр, цеолиты, редко сульфиды.

Комплексные флюоритовые месторождения единичны, относятся к редкометалльно-флюоритовой и флюорит-полиметаллической формациям. Они представлены жилами и (или) метасоматическими залежами в карбонатных толщах. Значительно шире распространены гидротермальные флюорит-содержащие месторождения вольфрама, олова, свинца и цинка, редких металлов. Флюорит в них — второстепенный минерал или примесь. В небольших количествах он присутствует также в редкометалльных и хрусталеносных пегматитах, грейзенах, скарнах. Возраст флюоритовых месторождений различен: собственно флюоритовых и части флюоритсодержащих — позднеюрский-раннемазловый, остальных флюоритсодержащих и редкометалльно-флюоритовых — триасово-раннеюрский, флюорит-полиметаллических — раннепалеозойский (?).

В Приморье промышленное значение имеют месторождения редкометалльно-флюоритовой формации, распространенные на Ханкайском массиве. Представлены они слюдясто-флюоритовыми и топаз-флюоритовыми минеральными типами. Первые — это апокарбонатные грейзены в экзоконтактах небольших интрузивов лейкократовых гранитов литей-фтористого типа, прерывающих кембрийские карбонатные породы. В апикальной части этих интрузивов преобладают топаз-флюоритовые руды. За пределами Ханкайского массива флюоритовая минерализация широко проявлена на территории Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Здесь развиты проявления флюоритовой формации, представленные преимущественно кварц-флюоритовым типом. Локализованы они в вулканиках верхнего мела-палеогена и слагают жилы выполнения, минерализованные зоны дробления или прожилковые штокверкоподобные тела. Пространственно и, возможно, парагенетически они связаны с кислыми вулканоплутоническими комплексами и располагаются на периферии вулканотектонических структур. Кроме того, флюоритовая минерализация почти повсеместно сопровождает оловянное, вольфрамовое и полиметаллическое оруденение, присутствует в различных типах руд, а иногда и образуя самостоятельные флюоритовые жилы на флангах месторождений.

За пределами Приморья флюоритовая минерализация установ-

лена в срединных массивах, где она связана с процессами тектоно-магматической активизации и имеет сходство с эпitherмальной флюоритовой минерализацией Забайкалья. Реже отмечаются флюоритовые проявления, представленные метасоматическими образованиями на контакте пород гранитоидного и щелочного состава с карбонатно-осадочными толщами. Также известен флюорит в ассоциации с оловянно-вольфрамовым оруденением. Отдельные проявления этого типа (Б.Каньон и др.) могут в будущем служить источником флюорита. Кроме того, не исключается возможность открытия в вулканогенно-осадочных отложениях стратиформного флюоритового оруденения.

При прогнозировании флюоритового оруденения необходимо иметь ввиду следующее.

Размещение флюоритовой минерализации в охарактеризованных регионах подчиняется положению региональных линейментов и разрывных нарушений разных порядков. В зависимости от характера и размеров флюоритовых структур выделяются флюоритовые пояса, зоны (районы), узлы, месторождения. Пространственное соотношение этих подразделений определяет общее поясово-групповое распределение плавиково-шпатового оруденения. Для площадей развития флюоритовой минерализации характерна геохимическая специализация на кальций и фтор.

Флюоритовая минерализация провинций полигенна и полихронна. Характерно проявление повышенно фтороносных пород, нередко с акцессорными фтористыми минералами (флюорит, топаз и др.), флюоритовых пегматитов, грейзенов, скарнов, разнотемпературных гидротермальных образований. Формирование флюоритового оруденения происходило неоднократно, но определяющее промышленное значение имеют месторождения мезозойской эпохи.

ДВИМС, Хабаровск; ЗабНИИ, Чита; ПГО

"Приморгеология", Владивосток

А.А.БУХАРОВ, Д.Н.МУРАШКО
МЕТАСОМАТОЗ И ОРУДЕНЕНИЕ ПРИБАЙКАЛЬСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЯСА

В породах южной ветви Прибайкальского вулканического пояса широко проявлены гидротермально-метасоматические процессы в вулканиках андезит-дацитового и дацит-риолитового состава, продукты которых в формационном плане относятся к скарн-пропилитовой региональной метасоматической формации и образованы на заключительном этапе среднепротерозойского вулканизма. В

рамках формации выделяются площадные и локальные метасоматиты, сопровождающиеся зонами слабого изменения. Фациальный ряд гидротермально-измененных пород представлен АКГ-ЭП, ЭП-ХЛ и ХЛ-КА парагенезисами, которые отражают уровни глубинности процесса. С пропилитами тесно связаны щелочные метасоматиты КВ-КПШ и КПШ-СЕР состава, при образовании которых происходила аккумуляция кремния и щелочей, выносимых при пропилитизации. С прижерловыми фациями вулканитов и экструзивными образованиями ассоциируют кварцево-жильные поля. Кварцевые жилы относятся к жилам выполнения и завершают вертикальную колонку измененных пород. Скарновые минеральные ассоциации развиваются в площадных метасоматитах, образование которых происходит в нижних частях палеовулканической постройки в условиях близости периферического магматического очага.

Анализ парагенезисов метасоматитов и моделирование на ЭВМ позволяют оценить физико-химические условия их образования как средне-низкотемпературные (300–100°C), характеризующие интервал глубин от 3 км до палеоповерхности. На образование метасоматической зональности определяющее влияние оказала дифференциация гидротермального флюида по химическому составу при подъеме к поверхности и взаимодействии с вмещающими породами.

Анализ имеющихся данных о металлогении Прибайкальского вулканического пояса приводит к выводу о благоприятности геологической обстановки для образования в его пределах различных месторождений эпitherмального типа. В вертикальной метасоматической зональности южной ветви пояса фиксируются нижний уровень рассеянной сульфидной вкрапленности, кварцево-жильные поля с сульфидной минерализацией, приуроченные к околожерловым и экструзивным фациям вулканитов, образованные выше зоны дегазации гидротермального флюида, и верхний уровень с гематитовой минерализацией, на формирование которой, вероятно, оказывал влияние атмосферный фактор.

Особый интерес вызывают гидротермально-измененные породы с абразивными свойствами. По физико-механическим параметрам и структуре эти породы соответствуют требованиям промышленности к качеству абразивного сырья, а по некоторым технологическим показателям превосходят распространенные в настоящее время в различных отраслях металлообрабатывающей промыш-

ленности искусственные абразивы и арканзасские новакулиты. Месторождения этих абразивных пород в Прибайкалье, для которых предлагаем собственное название – тонгодит, могут удовлетворить потребности промышленности страны в этом типе сырья, что особенно важно из-за их нахождения в зоне народно-хозяйственного освоения БАМ.

ИЗК СО АН СССР, Иркутск

Х.А.АКБАРОВ, Л.А.БЫКОВ, М.К.ТУРАПОВ

ТИПИЗАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ВУЛКАНОГЕННЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТЯНЬ-ШАНЯ (ПО ДАННЫМ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА)

Геолого-структурные исследования проводились в тех рудных районах подвижного пояса, где интенсивно развивался постгеосинклинальный ("финальный") вулканизм с образованием разнообразных кольцевых и др. вулкано-структур, аналогичных описанным Е.К.Устиевым, М.Н.Щербаковой и др. на Дальнем Востоке и Казахстане.

Гидротермальное оруденение, тесно связанное с вулкано-структурами во времени и пространстве, в целом представлено рудами меди, свинца, цинка, благородных металлов, молибдена, висмута, других редких элементов, а также флюорита, барита и др.

Детальное картирование их проявлений убеждает в необходимости различия двух главных геолого-структурных (и генетических) типов вулканогенных месторождений:

первый – это месторождения, у которых рудоконтролирующими являются только специфичные структурные элементы вулкано-структур. В связи с положительными структурными формами (вулканами центрального типа), по-видимому, важнейшее значение имеют продукты фумарольной деятельности, в связи с отрицательными формами (кальдерами, мульдами проседания и т.п.) возможны вулкано-осадочные рудные образования;

второй – более крупные месторождения, связанные с разломами, активно развивающимися позднее конкретных вулкано-структур, причем наследующими ориентировку и прямолинейность геосинклинально-складчатых комплексов, несущих на своей размытой поверхности вулканические постройки центрального типа. Такие разломы значительно усложняют и видоизменяют мозаи-

ку конкретной вулcano-структуры. Вулканогенные месторождения второго типа локализуются в этих усложненных участках или вне их, в самостоятельных позициях. Поэтому оруденение второго типа в структурной классификации рудных полей Узбекистана распределено между классами вулcano-структурных палей и полей, связанных с почти линейными зонами тех тектонических разломов, в которых фиксируется завершение мобилизма подвижного пояса Тянь-Шаня.

С учетом этих обстоятельств строятся геолого-структурные карты вулканогенного оруденения. Крупные рудные тела локализуются в участках искривления или пересечения рудовмещающих разломов. Развиваются простые и сложные секущие жилы, рудные столбы, клиновидные тела в разломах, часто ограниченные мощностью благоприятного пласта. Основа построения прогнозной карты — это тектоническая карта, которая составляется с учетом форм поверхностей разломов на вертикальных проекциях (в изолонгах). В указанных проекциях показывается рельеф поверхностей, их морфологический тип, оконтуриваются нагруженные и разгруженные грани. Оруденение на таких проекциях показывается системами изолиний метропроцентов (или содержания и мощностей). Участки с однородным геологическим строением оконтуриваются по границам влияния рудоконтролирующих факторов. Перспективные участки определяются по наибольшей сумме "факторных" баллов, прогнозные запасы оцениваются обычно для месторождений в целом.

САИГИМС, Ташкент

В.Н.ВОЕВОДИН, В.М.ОЛЬШЕВСКИЙ, Г.В.ВОЕВОДИНА
НОВЫЙ ФОРМАЦИОННЫЙ ТИП ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ
НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ СССР

Вновь обнаруженное недавно золото-серебряное месторождение в южной части Аян-Урхского антиклинория несет в себе черты как золото-кварцевой, так и золото-серебряной формации, наиболее хорошо изученных в Верхнем Приколымье. Однако по ряду геологических особенностей своего проявления и специфики минерального состава оно существенно отличается от обеих названных формаций.

В отличие от оруденения золото-кварцевой формации, тяготеющего к полям развития доэпидиоровых малых интрузий пре-

имущественно среднего состава и экзоконтактным зонам батолитовых гранитоидных массивов в структурах ранней консолидации, а также в отличие от оруденения золото-серебряной формации, ассоциирующего с вулcano-плутоническими комплексами Охотско-Чукотского пояса, рассматриваемое месторождение приурочено к гранодиоритовому штоку, прорывающему терригенные породы верхоянского комплекса в удалении от границ Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.

Рудное поле месторождения имеет овальную конфигурацию, что сближает его с рудными объектами золото-серебряной формации в отличие от золото-кварцевой, для которой типичны линейные структуры рудных полей.

Интенсивность и широта метасоматических преобразований пород в пределах рудного поля носит промежуточный характер между золото-кварцевой формацией, для которой они слабо выражены, и золото-серебряной, для которой типична широкая метасоматическая проработка вулканитов (преимущественно пропилитизация, аргиллизация, развитие вторичных кварцитов и т.п.).

Столь же противоречивы и материалы по минеральному составу месторождения. Как известно, для золото-кварцевой формации характерен довольно простой минеральный состав. Наиболее типичные минералы: кварц, пирит, арсенопирит, шеелит, золото, мусковит (серицит), полевые шпаты, карбонаты. Среди сульфидов поздних минеральных ассоциаций не характерны сульфосили, теллуриды, висмутиды золота и минералы серебра. Золото обычно крупное высокопробное. Для золото-серебряной формации устанавливается более пестрый минеральный состав с тонкозернистым низкопробным золотом в сопровождении халькофильной сульфидной и серебряной минерализации. На рассматриваемом месторождении при наличии относительно крупного высокопробного золота (с широкой вариацией пробности) и шеелитовой минерализации, что сближает его с золото-кварцевой формацией, развита также сульфидная и серебряная минерализация в виде арсенопирита, халькопирита, галенита, фрейбергита, сфалерита, антимонита, что типично для золото-серебряной формации.

Как характерную деталь надо отметить, что шеелит не установлен в золотосодержащих продуктивных рудах, а встречается в самостоятельных более ранних кварцевых жилах. Кварц-ан-

тимонитовая минерализация (по-видимому, более поздняя) также встречается в самостоятельных жилах, подчеркивая зональность рудного поля, тяготея к его периферии. Следует еще добавить наличие в рудах резко удлиненных радиально-лучистых сростаний кварцевых кристаллов, что может свидетельствовать о низкотемпературных малоглубинных условиях формирования.

Следовательно, рассматриваемое месторождение нельзя отнести ни к золото-кварцевой, ни к золото-серебряной формациям, для которых наиболее полно разработаны прогнозно-поисковые критерии. Оно представляет собой новый для Верхнего Приколымья формационный тип, известный в других регионах как золото-малосульфидный (или золото-кварц-сульфидный).

Золото, в силу своих геохимических свойств, имеет широкий диапазон физико-химических условий кристаллизации. Его формирование сопровождается практически всю историю развития подвижных областей, в связи с чем оно встречается в различной геолого-структурной обстановке. Причем в геотектонической истории подвижных областей происходит последовательная смена золоторудных формаций, в которых постепенно угасают одни свойства и нарастают другие. Поэтому золоторудные объекты, находящиеся в середине эволюционного золоторудного формационного ряда обладают признаками как более ранних, так и более поздних формаций в связи с чем имеют промежуточный характер по своим геолого-структурным и минералого-геохимическим особенностям.

Выделение новой для Магаданской области золото-малосульфидной формации восполняет недостающее звено в эволюционном ряду золоторудных формаций региона (золото-кварцевая, - золото-редкометалльная - золото-малосульфидная - золото-серебряная - золото-сульфидная), что расширяет перспективы обнаружения новых рудных объектов и требует разработки для них эффективных прогнозно-поисковых критериев.

ДВИМС, Хабаровск; СВНГО, Магадан

Г.В. ЗОЛЬНИКОВ, А.И. КРЮЧКОВ, В.П. РОЩИН
ПОЛИФАЗНОСТЬ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ ЯКУТИИ

Большинство коренных месторождений алмазов представляет собой систему тел: дотрубочные жилы - диатрема - внутри-трубочные жилы, свидетельствующую о многоэтапном и пульса-

ционном характере формирования структуры месторождения.

На примере месторождения тр. Мир показано, что эволюционирующий и пульсационно поступающий кимберлитовый расплав функционировал, вероятно, первые десятки миллионов лет, причем кимберлиты завершающего интрузивного этапа не содержат ни алмазов, ни минералов алмазной ассоциации: высокохромистых малокальциевых пиропов и хромшпинелидов, по Н.В. Соболеву (Зольников Г.В. и др., 1981; Зайцев А.И. и др., 1985).

Кимберлитовые трубки обычно выполнены несколькими генерациями взрывных кимберлитовых брекчий, степень родства которых определяется комплексом, общегеологических, петрографических, минералогических, петрохимических признаков и алмазности. Эффективность выделения кимберлитовых пород различных фаз внедрения в значительной мере зависит от того, насколько они являются дискретными по алмазности и коррелирующимся с ней признакам.

Выделяются два основных типа месторождений. 1. Месторождения, сложенные несколькими трубочными телами (сдвоенные). Для них характерно сочетание уплощенно-конических "дайковых" трубок, выполненных расплавом первой фазы внедрения, и цилиндрических или остроконических трубок более позднего заложения. Взрывные брекчии, выполняющие эти различные по морфоструктуре трубки, наиболее дискретны по признакам вещественного состава и алмазности. Предполагается, что кимберлитовые породы, формирующие эти тела, являются производными самостоятельных (автономных) магматических колонн, а может быть и очагов. 2. Месторождения, представленные одной трубочной морфоструктурой, выполненной кимберлитовым расплавом нескольких фаз внедрения. Вещественные признаки взрывных брекчий различных фаз внедрения дают основание полагать, что они являются производными одного магматического очага.

Общим для всех типов месторождения является увеличение алмазности и содержания минералов ультраосновных парagneзисов, в том числе и алмазной ассоциации, от ранних к поздним фазам внедрения (Зольников Г.В. и др., 1983). Структурные и текстурные свойства кимберлитовых пород, а также степень серпентинизации в них оливина, строго говоря, сами по себе не контролируют ни алмазность, ни последователь-

ность внедрения порций расплава.

Основные статистические параметры распределения минералов-спутников алмаза показывают, что оно аппроксимируется нормальным законом. Изучение распределения минералов алмазной ассоциации по вертикали (до глубины 1000 м) по ряду месторождений показало отсутствие статистически значимого падения их с глубиной. Отсутствует в этих месторождениях и существенное снижение вниз по разрезу, по фазам внедрения, и алмазности.

ИГ ЯФ СО АН СССР, ИГО "Якутскгеология", Якутск

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНДОГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ

В.Г. КРЮКОВ

ТИПИЗАЦИЯ ОЛОВОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ ХИНГАНО-ОХОТСКОГО ПОЯСА

При прогнозно-металлогенических исследованиях наиболее результативным является формационный подход к типизации объектов. Автором предлагается систематика, основывающаяся на сочетании двух определяющих признаков в зависимости от иерархии классифицируемого объекта. В качестве "сквозного" признака рассматриваются фациальные условия рудогенеза, сочетание которого с факторами, определяющими формационную принадлежность объекта, позволяют осуществлять типизацию проявлений по следующей схеме.

	Признаки	Объекты анализа	
		генетические	металлогенические
Ф а ц и а л ь н ы е у с л о в и я р у д о г е н е з а	"Родственные" интрузивные породы	генетический ряд	рудный узел (район)
	Рудовмещающие метасоматиты	формация	рудное поле
	Типоморфный минерал (ассоциация) околорудных метасоматитов	тип	рудное тело
	Типохимический элемент (ассоциация)	вид	рудный столб

В зависимости от проявленности геологических признаков отнесение к тому или иному промышленно-генетическому типу на первых этапах изучения рудопроявления может быть предварительным, но с обязательной констатацией формационной принадлежности. В процессе дальнейшего исследования проявления, уточнения состава и зональности рудно-метасоматических образований, определения типоморфных особенностей ведущего рудного минерала (ассоциации) возможны изменения фациальной или видовой принадлежности.

На примере Хингано-Охотского металлогенического пояса произведена разбраковка оловорудных объектов с целью определения их принадлежности к различным промышленно-генетическим типам. Месторождения рассматриваемой структуры приурочиваются к трем уровням глубинности: субвулканическому, гипабиссальному и мезоабиссальному. Наибольшая продуктивность присуща объектам

касситерит-силикатной и касситерит-кварцевой формаций, образовавшихся в гипабиссальной обстановке.

Рассматриваемый вариант схемы типизации рудных объектов близок к классификации месторождений олова С.Ф.Лугова и Б.В.Макеева (1972), предлагавших учитывать связь с определенной магматической формацией, а также глубину рудоотложения и состав руд. В отличие от представлений упомянутых исследователей: 1) типы предлагается именовать по названию метасоматической формации; 2) выделение "новых" формаций метасоматитов обуславливает появление "новых" типов: альбититового, актинолитового, пропилитового; 3) типы "малосульфидный" и "много-сульфидный" предлагается исключить, а этими терминами обозначить подтипы с грациями (%): для касситерит-кварцевой формации соответственно менее 7-10 и более 10, для касситерит-силикатной - до 15-20 и более 20.

ДВИМС, Хабаровск

А.А.ПЛЯШКЕВИЧ, В.А.ПРИСТАВКО
СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ОЛОВОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПО ИХ СЕРЕБРОНОСНОСТИ

Серебро является характерным элементом всех оловянных месторождений различной формационной принадлежности, его ореолообразующая способность и индикаторная роль по отношению к оловянному оруденению всегда достаточно высоки. Средние концентрации серебра в ореолах оловорудных тел варьируют в пределах 1.5, а в рудных телах - 4 порядков. Между содержаниями серебра в рудах и эндогенных ореолах в целом намечается слабая положительная связь, а по их соотношению все объекты разбиваются на несколько самостоятельных групп разной численности. Коэффициент контрастности (КК) рудных тел является параметром, он индивидуален для конкретных месторождений, а при группировании объектов обнаруживает неожиданное свойство регулярности. Распределение вычисленных КК по группам месторождений отвечает прогрессивному ряду с модулем 4, т.е. группы месторождений образуют дискретный ряд, в котором антецеденты и консеквенты по КК соотносятся как 1:4. Рассматриваемые месторождения рассредоточены по первым пяти членам этого ряда (рангам), причем можно предположить, что указанный ряд не ограничивается пятью рангами. Возможно существование шестого ранга, к которому могут быть отнесены олово-серебро-полиме-

таллические месторождения.

Месторождения I и II рангов относятся к кварцевому типу касситерит-кварцевой и турмалин-кварцевому типу касситерит-силикатной формаций (по классификации Лугова, Макеева, 1972), их рудные тела локализованы в эндо- или экзоконтактах гранитоидных массивов поздне мелового возраста и представлены, в основном, жилами, реже - жильными зонами. Степень гидротермальной проработки вмещающих пород невелика. Месторождения III ранга относятся к близповерхностным образованиям касситерит-силикатной формации, представляя хлоритовый и турмалиновый минеральные типы. Рудные тела - жилы, зоны измененных пород или штокерки - локализируются в покровных вулканитах поздне мелового возраста, секущихся дайками различного состава и зонами взрывных брекчий. Вмещающие оруденение породы интенсивно метасоматически изменены. Объекты IV и V рангов - месторождения хлоритового типа касситерит-силикатной формации - локализованы или в осадочных породах триаса, или в вулканогенно-осадочных и субвулканических породах мелового возраста. Рудные тела, представленные жилами, минерализованными зонами и телами минерализованных гидротермальных брекчий, сопровождаются интенсивными гидротермальными изменениями вмещающих пород.

В рудах рассматриваемых месторождений от низких к высоким рангам возрастает роль сульфидных ассоциаций, особенно ассоциации сульфидов полиметаллов. Для руд месторождений I и II рангов собственные минералы серебра нетипичны, серебро находится в виде изоморфной примеси в сульфидах (преимущественно в арсенопирите). Сереброносность руд месторождений III ранга заметно выше и определяется повышенными концентрациями серебра как изоморфной примеси в сульфидах (арсенопирите, сфалерите, халькопирите), появлением сульфосолей серебра.

Месторождения IV и V рангов отличаются максимальными концентрациями серебра в рудах, обусловленными широким развитием галенит-сфалеритовой минеральной ассоциации. Для них типичны минералы группы блеклых руд, преимущественно Fe-фрейбергит, реже Ag-Fe-тетраэдрит или Ag-Zn-тетраэдрит, при этом высокосеребристый Fe-фрейбергит является минералогическим индикатором высокосеребристых руд. Менее распространены

пираргирит и, возможно, стефанит. В месторождениях предполагаемого VI ранга вторым по степени распространенности минералом серебра может быть канфилдит.

Тесная связь оловосодержащих рудных тел с эндогенными ореолами серебра отражает, вероятно, единство путей миграции и сходство механизмов отложения олова и серебра из гидротермальных растворов.

СВКНИИ ДВО АН СССР, Магадан

С.М.РОДИОНОВ

СООТНОШЕНИЕ ОЛОВО-ПОРФИРОВОГО И МЕДНО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

Медно-порфировые месторождения Сихотэ-Алиня приурочены преимущественно к восточной зоне Прибрежного вулканического пояса. Основное количество оловянных месторождений сконцентрировано западнее вулканического пояса. Зона сочленения эффузивных образований пояса и геосинклинальных терригенных толщ Главного синклинория характеризуется совмещенным проявлением медной и оловянной минерализации. Наибольший интерес здесь представляют медно-порфировые и олово-порфировые объекты.

На изученной площади они приурочены к краевым частям крупных вулканотектонических структур, сформировавшимся в связи с процессами мезозойско-кайнозойской тектоно-магматической активизации. Магматические породы, ассоциирующие с оруденением, входят в состав единой вулканоплутонической серии пестрого состава. Все разновидности пород характеризуются повышенной щелочностью с появлением сиенитов, кварцевых монцитов в ранних фазах и трахириодацитов и субщелочных риолитов — в поздних. Характерно широкое развитие эксплозивных и гидротермально-эксплозивных брекчий.

Олово-порфировое оруденение связано с кислыми субвулканическими членами вулканоплутонической серии, а медно-порфировое — со средними по составу. При общей повышенной щелочности, магматические породы на олово-порфировых месторождениях характеризуются преобладанием калия над натрием, а на медно-порфировых — натрия над калием. В случае совмещения фаций кислого и среднего состава медно-порфировая и олово-порфировая минерализации проявляются совместно.

На одном из изученных месторождений с комплексной медно-

олово-порфировой минерализацией оруденение приурочено к телам гидротермально-эксплозивных брекчий. Оловянные руды локализуются в центральных частях тел брекчий, а медные — в краевых, что является отражением общей зональности минерализации.

ДВИМС, Хабаровск

О.Д.СТАВРОВ, Б.М.МОИСЕЕВ,
П.О.ОРЛЕНЕВ, О.О.ГОРЯЧКИНА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМАЦИОННОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ОЛОВОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИМОРЬЯ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИМЕСНЫХ ЦЕНТРОВ КВАРЦЕВ

1. Концентрации примесных центров $[Al^{+}]^0$, $O_2^{\cdot-}$, Ue^{3+} , определяемые методом электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР) в кварцах оловорудных месторождений Приморья, позволяют проводить их формационный анализ. На тройной диаграмме концентраций этих центров четко отделяется поле кварцев из оловорудных месторождений касситерит-кварцевой формации, связанных с редкометальными гранитами, от месторождений касситерит-силикатно-сульфидной формации.

2. Формационная принадлежность кварца по примесным центрам сохраняется от рудного до безрудного этапа. Соответственно, даже по кварцу безрудных, поздних жил и прожилков можно дать заключение о их формационной принадлежности, что особенно важно при проведении работ по региональному и крупномасштабному прогнозированию месторождений олова, поскольку методика поисково-разведочных работ различна на разных формационный тип этих месторождений.

ВИМС, Москва

МИНТЕО СССР, Москва

В.В.АНАХОВ

ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДУБРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ— ОСНОВА ЛОКАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Уникальные оловорудные месторождения — Дубровское и рудника Юбилейного — в Кавалеровском рудном районе Приморья — локализовались в узком ступенчатом горсте на окраине Угловской вулканотектонической впадины. Оруденение здесь сконцентрировано в приподнятых блоках, опущенные же ступени разделяют месторождения и их рудные участки.

К границам блоков приурочены магматические аппараты центрального типа — некки, полукольцевые интрузивы, трубчатые экс-

позии. По ним поднимаются до наиболее высоких уровней приконтактовое ороговикование и биотитизация пород.

Формировались месторождения под мощным (ныне почти полностью эродированным) покровом вулканитов верхнемелового возраста висячем боку крупного долгоживущего разлома, в толще переслаивающихся песчаников и алевролитов.

Экструзии, залечивающие разлом, непосредственно переходят в покров. На Дубровском месторождении к ним на глубине прилегают трубы взрыва, для их контактов характерны взрывные брекчии.

Дайковая проработанность является индикатором рудоносности верхних горизонтов месторождения. Относительно мощные дайки экранируют оруденение прилегающих к ним рудных жил и прожилково-вкрапленных зон. При общей северной ориентировке оруденения в сторону скрытой на глубине интрузии лейкогранитов рудные столбы жил обнаруживают склонение к трубкам взрыва, а штокверки шлейфом огибают их в плане. В то же время наиболее богатые жильные руды концентрируются в самых приподнятых блоках, преимущественно висячем боку стержневого нарушения главного сдвига месторождения. Для менее приподнятых ступеней горста характерны скрытые прожилково-вкрапленные рудные зоны, локализуемые по обе стороны главного сдвига.

Палеоперекрывание эффузивами рудоподводящей системы трещин обеспечило длительную циркуляцию в ней гидротерм, а, следовательно, интенсивные метасоматические преобразования пород, разрастание рудных тел и, в конечном итоге – размах оруденения.

Месторождению присущи гипогенная температурная зональность метасоматитов и оруденения. А в верхней зоне пологого, подэкранного движения растворов выделяется контрастная открытая книзу "чехловая" зональность рудных жил.

Важнейшие особенности Дубровского рудного поля в принципе повторяются и на других месторождениях касситерит-силикатной формации в Кавалеровском и Арминском рудных районах Приморья. А именно: формирование прожилково-вкрапленных руд в зоне разуплотнения пород у верхней границы биотитизации, рудораспределительная роль эксплозий и контактов экструзий, вариации оруденения в разноподнятых блоках и т.д. Такие особенности, устанавливаемые на глубокоовскрытых месторождениях, должны рассматриваться в качестве опорных факторов локального прогноза эндо-

генного оруденения в вулканических поясах.

Приморский край, Хрустальненский
горно-обогатительный комбинат

А.А.ШНАЙДЕР, М.С.ШНАЙДЕР

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

В РУДНЫХ ЗОНАХ ТИГРИНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Методической особенностью проведенных работ является их комплексность. Минералогические исследования проводились с учетом геологического строения рудного поля, структурно-морфологических особенностей рудных зон и их внутреннего строения.

Выделены два морфологических типа оловянно-вольфрамового оруденения, которые различаются генетически: 1 – конформное тело грейзенов ореольного типа (залежи Тигренок), приуроченное к купольной части гранит-порфирового штока и генетически связанное с автометасоматическими его преобразованиями; 2 – дисконформное крутопадающее тело штокверковой минерализации корневого типа (штокверк Тигринный), приуроченное к зонам повышенной трещиноватости северо-западного простирания и генетически связанное с постгранитной пневматолито-гидротермальной деятельностью. Месторождение формировалось в три этапа: конформное тело грейзенов сформировалось в I этап, штокверковые зоны – во II и III этапы. Каждый этап сопровождался своим планом тектонических деформаций. Выявлена последовательность отложения минерально-парагенетических ассоциаций (МПА).

В штокверке Тигрином выделено две системы прожилков: разноориентированные и субпараллельные, согласные с общим простиранием штокверковой зоны. С первыми связана молибденовая минерализация, которая предшествовала оловянно-вольфрамовой, со вторыми – оловянно-вольфрамовое оруденение. Участки сгущения субпараллельных прожилков определяют промышленные контуры рудных тел. Изучены различные аспекты зональности (минералогической, температурной и зональности типоморфных свойств минералов) в конформной залежи Тигренок и в штокверке Тигрином. В штокверке Тигрином установлены следующие закономерности:

1. Экстремальные значения типоморфных свойств минералов и МПА совпадают с положением зон максимального сгущения продуктивных прожилков, определяющих контур оловорудных столбов

(максимальные значения декрепитационной активности МПА, максимальные положительные значения кристалломорфологической балльности касситеритов и минимальные значения их коэффициентов термоЭДС).

2. Зона максимальной разгрузки гидротермальных растворов (ЗМР) локализуется в северо-западной части штокверка, на уровне горизонта штольни – вдоль зоны контакта роговиков и штока гранит-порфиров. К этой зоне приурочены максимальные количества прожилков с видимым касситеритом, вольфрамитом, станнином, арсенопиритом и сфалеритом. Для ЗМР характерно повышенное значение коэффициента рудоносности. Здесь же локализуются касситериты с повышенными значениями кристалломорфологической балльности; содержания ниобия и тантала в них минимальные.

3. Ниже ЗМР ареалы касситерита сужаются и расчленяются на отдельные ленты. Ареалы вольфрамита и станнина более устойчивы и прослежены до глубины более 500 м.

В конформной грейзеновой залежи Тигренок касситериты резко отличаются по типоморфным свойствам от касситеритов в штокверке: для них характерны повышенные концентрации тантала, ниобия, скандия, величины ниобий-индиевого отношения, низкие значения коэффициента термоЭДС, низкие (минусовые) значения кристалломорфологической балльности. Оруденение здесь характеризуется вкрапленными, гнездово-вкрапленными и пятнистыми текстурами.

Выявленные минералогические особенности были использованы как критерии для установления уровня эрозионного среза и протяженности оруденения на глубину в отдельных рудных телах штокверка и в залежи Тигренок. Месторождения могут использоваться только в процессе доразведки и при оценке вновь вскрытых рудных зон.

ДВИМС, Хабаровск

В.И.АЛЕКСЕЕВ, Е.Б.ЕВАНГУЛОВА
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЛОВОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ
ВЕРХНЕУРМИЙСКОГО РУДНОГО УЗЛА

В связи с проблемой расширения сырьевой базы в Верхнеурмийском оловорудном узле возникла необходимость оценки перспектив рудопроявлений структуры "Ось Баджала" (РОБ). Существует мнение, что некоторые из них похожи с поверхности на верхнерудное сечение месторождения Правоурмийское (МП), по-

тому практически важным является сравнение РОБ и МП.

Наиболее перспективные из РОБ представляют собой линейно-прожилковые минерализованные зоны, крутозалегающие в стратифицированных кислых эффузивах; они образуют цепочку значительной протяженности в осевой части Баджалского глубинного разлома. МП образовано в игнимбритах Верхнеурмийского экструзива в связи с локальной разрывной зоной надвигового типа в висячем боку дайки гранит-порфиров и представлено гораздо меньшим по размерам пологозалегающим прожилково-метасоматическим телом с характерным флексурообразным сочленением пологих и крутых рудных прожилков. Наблюдаются лишь отдельные черты структурного сходства объектов: субширотное простираие и взбросовый характер рудолокализирующих разрывных нарушений, небольшое восточное склонение рудных тел.

Для околорудных метасоматитов РОБ характерно редуцированное проявление ранних грейзеновых кварц-мусковитовой (по липаритам) и кварц-хлорит-серицитовой (по дацитам) фаций (I стадия), являющихся слабо оловоносными, и широкое развитие оловорудных кварц-турмалиновой, турмалин-альбитовой (2 стадия) и альбит-кварцевой (3 стадия) фаций. На МП ведущую роль играют грейзены, несущие промышленное оловянное оруденение – ранние биотитовые (2 стадия) и поздние кварц-светлослюдистые и кварц-топазовые (3 стадия); образования кварц-турмалиновой (4 стадия) и серицит-хлоритовой (5 стадия) фаций слабо оловоносны и пользуются ограниченным распространением. Отличительная черта РОБ – пространственная разобщенность разностадийных метасоматитов; в пределах МП они совмещены. Имеется некоторое метасоматическое сходство РОБ и МП, состоящее в преобладании на верхних горизонтах турмалиновых метасоматитов.

Минералогическое сравнение объектов свидетельствует о их различии. РОБ характеризуются ведущей ролью турмалина, альбита, серицита, андалузита и угнетенным развитием биотита, флюорита и сульфидов; касситерит связан с турмалином, альбитом. На МП широко развиты топаз, мусковит, биотит, флюорит, сульфиды (арсенопирит, халькопирит, сфалерит и др.) и не характерны синрудные полевые шпаты; вольфрамит и касситерит связаны с кварц-топазовым парагенезисом.

По уровню накопления рудных элементов – Sn, W, Bi, Cu, Pb, Zn РОБ значительно уступают МП. При этом метасоматиты

РОб имеют бор-натриевую специализацию, а МП — фтор-калиевую.

Метасоматиты РОб относятся к формации турмалин-хлоритовых метасоматитов, а объекты — к касситерит-силикатной рудной формации. МП является грейзеновым и принадлежит к касситерит-кварцевой формации, наиболее перспективной для района.

Таким образом, хотя рассматриваемые объекты имеют сходные черты строения и состава, они резко различаются по важнейшим прогнозным параметрам. Следовательно, к положительным перспективам рудопроявлений зоны "Ось Баджала" необходимо относиться осторожно, не исключая возможности отсутствия на глубине крупных рудных скоплений.

Ленинградский горный институт, Ленинград

Н.П. МИТРОФАНОВ, В.Н. НИКУЛИН

МОНОФОРМАЦИОННОСТЬ ОЛОВЯННОГО ОРУДЕНЕНИЯ

В КАВАЛЕРОВСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ (ПРИМОРЬЕ)

По сложившимся представлениям в Кавалеровском рудном районе месторождения олова относят к разным формациям. В районе развит орогенный вулканоплутонический комплекс позднемелового-раннепалеогенового возраста. Он объединяет гомодромный ряд пород, сформировавшихся в течение четырех фаз магматической деятельности и меняющих свой состав от основного до ультракислого. Породы характеризуются щелочно-земельным составом, пересыщенностью кремнеземом, повышенными содержаниями окиси калия, пониженными — натрия и кальция. В геохимическом отношении в них отмечаются высокие относительно кларка содержания олова, повышенные свинца, цинка, хрома, ванадия, лития и пониженные бериллия, ниобия, тантала, меди, никеля, стронция.

Содержания олова повышаются от ранних фаз к поздним, в этом же направлении увеличивается их дисперсия. Конечным продуктом дифференциации является оловянное оруденение. Промышленные концентрации отмечаются только в связи с малыми интрузиями (дайки, штоки), сформированными в гипабиссальной и субвулканической обстановках. Интрузии выделяются в единую контрастную диорит-гранитную формацию. Связь оруденения с одной магматической формацией обуславливает принадлежность его и к одной оловянной рудной формации. Это подтверждается единой стадийностью минералообразования на всех месторождениях района. Начинается оно с касситерит-кварцевой стадии, сменяется сульфидной и заканчивается карбонатно-кварцевой стадией. Сложный состав руд позволя-

ет отнести оловянную минерализацию района к касситерит-силикатно-сульфидной формации.

Разномасштабность проявления продуктивных стадий минерализации отображается в вещественных особенностях оловянного оруденения на каждом месторождении. Постоянное сопровождение касситерит-кварцевой стадии хлоритом или турмалином и широкое развитие в сульфидной стадии полиметаллов и колчеданов предопределяют выделение соответствующих минеральных типов руд. Рудные тела слагают жилы, метасоматические зоны и штокверки. Жилы и зоны наиболее распространены и имеют значительную вертикальную протяженность. Штокверки тяготеют к корневым частям рудных объектов и характеризуются малой вертикальной протяженностью. На верхних горизонтах рудные тела наблюдаются среди терригенных пород, на нижних приближаются и вмещаются трещинными интрузиями. Обнаружение в районе месторождений олова другой формационной принадлежности представляется маловероятным.

ВИМС, Москва

В.П. НОВИКОВ, М.С. МИХАЙЛОВА

ПРИНЦИПЫ ТИПИЗАЦИИ БЛИЗПОВЕРХНОСТНЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОГНОЗА

1. Основой для разработки типизации золоторудных месторождений областей тектоно-магматической активизации является единая направленность и стадийность развития, закономерная смена типов тектонических структур, сходная последовательность проявления и близкие условия становления магматических формаций и сопряженного с ними оруденения.

2. Эволюция золотого оруденения в процессе геологического развития рассматриваемых территорий проявляется в последовательной смене объектов золото-сульфидно-кварцевой формации в образованиях фундамента, месторождениями субвулканического (до гипабиссального) и близповерхностного уровней глубинности. Последние рассматриваются в качестве двух самостоятельных формаций, образовавшихся соответственно на поздней и заключительной стадиях активизации.

3. Выделение субформаций проведено по критерию "сульфидности", отражающему особенности геологической обстановки нахождения объектов. Границы между субформациями приняты с учетом эмпирических данных. Наиболее высокая сульфидность характерна для месторождений жестких блоков с хорошо выраженной зрелой

корой континентального типа, наименьшая установлена в объектах, сформировавшихся в пределах площадей с переходным типом коры.

Каждая из выделенных формаций характеризуется своим набором минеральных типов.

4. Анализ закономерностей изменения величины $Ag:As$ отношения, широко используемого во многих классификациях, выполненный для областей активизации Востока СССР выявил специализированные на серебро мегаблоки, в пределах которых резко обогащены серебром руды месторождений различных металлов (золота, олова, полиметаллов).

Эти исследования показали, что величина золото-серебряного отношения в рудах отражает металлогеническую специализацию блоков фундамента, является надформационным признаком и не может использоваться при выделении золоторудных формаций.

5. Для каждой из выделенных формаций характерен свой прогнозно-поисковый комплекс, региональные особенности которого определяются развитием конкретных субформаций.

ЦНИГРИ, Москва

И.С. ЧАНЫШЕВ

ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНОМ ЧЕХЛЕ АКТИВИЗИРОВАННЫХ СРЕДИННЫХ МАССИВОВ ВОСТОКА СССР

Золотое и золото-серебряное оруденение в вулканогенно-осадочном чехле срединных массивов тесно связано с вулканическими (вулканоплутоническими) комплексами. В них субвулканические интрузии сложно сопряжены с проявлениями субаэрального вулканизма и тяготеет к периферическим, наиболее активизированным частям массивов или зонам глубинных разломов. Они разделяют области различной мобильности, с четко выраженным блоковым строением и различной глубиной залегания кристаллического фундамента. Этим обусловлено образование пологих прогибов (вулканотектонических депрессий), выполненных осадочно-вулканогенными формациями. Для рудных районов характерна завершенность процессов и возникновение в дальнейшем наложенных впадин, выполненных континентальными угленосными формациями.

Размещение оруденения контролируется глубинными разломами, к пересечениям которых в приподнятых блоках фундамента приурочены вулканоплутонические очаговые структуры, соответствующие рудным узлам и проявленные изометричными отрицательными полями силы тяжести, обусловленными, видимо, очагами

кислого магматизма. В их контурах оруденение тяготеет к участкам сосредоточения экструзивно-жерлово-субвулканических тел различного состава и возраста, отвечающим рудным полям, и связано оно с липарит-дацитовый формацией повышенной щелочности. Пострудный магматизм часто представлен дайками и силлами основного состава повышенной щелочности.

Для этих месторождений как и для оруденения в вулканоплутонических поясах характерны: близповерхностные (малоглубинные) условия образования с преобладанием руд низкотемпературных стадий минерализации, относимых к золото-(серебро)-адюляр-кварцевой и золото-гидрослюдасто-кварцевой формациям, и широкое развитие гидротермально-метасоматических процессов. Наличие пологих рудовмещающих структур надвигового характера значительно повышает перспективы месторождений учитывая небольшой обычно вертикальный размах промышленного оруденения. Особое значение при этом имеет литологический контроль оруденения, наличие хорошо проработанных разрывов на стыке пород различного состава, к которым часто приурочены стволные жилы, выдержанные на глубину.

Перспективы золотого оруденения чехла срединных массивов не ограничиваются вулканогенным интервалом разреза. Оно локализуется также в гранитоидах, терригенном основании вулканогенных толщ (жилы золото-кварцевой формации, прожилково-вкрапленные руды золото-сульфидной формации); по аналогии с оруденением Алданского щита можно ожидать оруденение золото-сульфидно-кварцевой формации в карбонатных толщах нижнего яруса и кристаллических породах фундамента.

ЦНИГРИ, Москва

В.А. ГУМЕНЮК, М.В. БОЛДЫРЕВ, А.П. ПЕТРОВ

СТРУКТУРНЫЕ ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕЛОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В АКТИВИЗИРОВАННЫХ СТРУКТУРАХ ОМОЛОНСКОГО МАССИВА

Минерализация цветных и редких металлов южной части Омолонского массива сформирована на двух этапах его активизации: девонской тектоно-вулканической и более продуктивной меловой тектоно-магматической, сопряженной во времени и пространстве с формированием Охотско-Чукотского вулканического пояса, прилегающего к южным и восточным границам массива. Меловая активизация проявилась в интенсивной метасоматической проработке

зон разломов и горизонтов пористых пород. Магматиты мелового возраста представлены дайками и силами габбро-диоритов, эссекситов и тешенитов и локально распространенными дайками липаритов, сменяющихся на глубине штоками порфиридных гранитоидов.

Магматизм и рудообразование мелового возраста протекали в условиях субгоризонтального давления на Омолонский массив со стороны ОЧВП и Авеково-Колымакской глыбы с вектором давления, имеющим восстание $25-30^\circ$ по аз.СЗ 300° . Следствием горизонтальных усилий явились надвиги фундамента ОЧВП на краевые зоны массива, пологие взбросы архейского фундамента на породы D_{2-3} и C_1 в пределах самого массива и проявление раздвигов в древних жестких структурах массива. Основным фактором качественного контроля по латерали выступают тектономорфологические структуры, преимущественно унаследованные от предыдущих эпох. В пределах опусканий, выполненных углесодержащими осадками C_1 , локализована полиметаллическая минерализация.

Основными факторами количественного контроля являются разрывные структуры первого (рудоконтролирующие) и второго (рудолокализирующие) порядка, а также горизонты благоприятные по физико-механическим свойствам. Рудоконцентрирующие структуры, пересекающие ОЧВП и значительную часть Омолонского массива, имеют древний (архейский?) возраст и большую глубину заложения. Они контролируют зоны наиболее интенсивной метасоматической проработки, большинство наиболее продуктивных геохимических ореолов и практически все рудные объекты.

Проявления субгоризонтальных движений с таким вектором устанавливаются в породах широкого возрастного диапазона от архея до верхнего мела.

Рудовмещающими являются крутопадающие нарушения СЗ 300° , реже 3270° , а также пологие трещины, являющиеся в период меловой активизации трещинами отрыва. Наиболее продуктивные из крутых нарушений приурочены к пликативным структурам и трогам того же простирания в породах D_{2-3} . Как показали исследования геодинамического режима на разных этапах и истощения движений по трещинам, наиболее продуктивные разрывы были заложены в девоне как трещины кливажа осевой плоскости или взбросы, субпараллельные осям пликативных и конседиментационных структур вулканосадочного комплекса.

В период вертикальных глыбовых движений в карбоне они являлись сбросами, разделяющими провалы, выполненные углесодержащими породами, от сопряженных с ними тектонических диапиров, расположенных на флангах провалов. Нарушения СЗ 270° имеют карбоновый возраст. В период меловой активизации трещины СЗ $300^\circ - 3270^\circ$ являлись раздвигами. Степень их раскрытия определялась углом встречи между простиранием нарушения и вектором давления. С этим связана высокая степень переработки, максимальная мощность жил и их продуктивность, наибольшая глубина распространения рудно-метасоматических образований в зонах трещин СЗ 300° , снижение их параметров в нарушениях 3270° и низкая перспективность трещин других направлений.

Благоприятными горизонтами для локализации в них жил являются залегающие среди вязких и пластичных песчаников и туфопесчаников хрупкие пласты игнимбритов и силлы липарито-дацитов, а в ряде случаев также силлы андезитов-дацитов, пересеченные дайками или маломощными силами липаритов. В случае переслаивания хрупких и пластичных пород оруденение эшелонировано на глубину. Вкрапленные руды локализуются преимущественно в горизонтах карбонатных высокопористых конгломератов и песчаников.

Структурные факторы являются ведущими в распределении оруденения в активизированной части Омолонского массива, что определяет их доминантную роль в прогнозировании промышленных месторождений.

ДВИМС, Хабаровск; ПГО "Севвостокгеология", Магадан

И.И.ФАТЬЯНОВ, В.Г.ХОМИЧ

К ОЦЕНКЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЖИЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ЗОН С ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ)

Месторождение приурочено к верхнемеловой вулканической постройке, представляющей собой асимметричную грабенообразную депрессию, выполненную эффузивно-пирокластическими образованиями преимущественно среднего состава. Оруденение сосредоточено в весьма протяженных линейных жильно-метасоматических зонах, сформировавшихся в основном в условиях кислотного выщелачивания.

Рудное поле разбито северо-восточными разломами на ряд блоков, ступенчато погружающихся в северо-западном направлении.

нии. В блоках, приподнятых и опущенных, уровень эрозионного среза жильно-метасоматических зон различен, что отчетливо проявляется в их строении. Существенно эродированная зона почти на всем протяжении характеризуется значительным по мощности кварцевым "ядром"; в менее эродированной зоне мощность "ядра" вверх по разрезу уменьшается, затем наблюдается его ветвление на ряд жилоподобных тел и, наконец, расщепление на серию жил и прожилков.

Рудно-геохимическая зональность в зонах, вследствие их разного уровня эрозионного среза и недоразведанности слабо эродированной зоны на глубину, "дополняет" одна другую. В эродированной зоне вверх по разрезу отмечена смена золото-сульфосольно-сульфидной ассоциации на золото-сульфидную, в менее эродированной — золото-сульфидная ассоциация в сторону палеоповерхности сменяется золото-теллуридно-сульфидной, а вблизи ветвления зоны — и существенно теллуридной. В соответствии с фациальной изменчивостью продуктивной ассоциации меняется и величина золото-серебряного отношения в рудах. В эродированной зоне доля серебра в этом геохимическом показателе вверх по разрезу падает с 2.2 до 0.2, в менее эродированной — растет с 0.2 до 9.9.

Латеральная рудно-геохимическая зональность в зонах в основном является отражением вертикальной, поскольку рудокализирующие структуры расчленены поперечными северо-западными разломами на ряд отрезков (рудных тел), также эродированных в различной степени. Фланговые звенья зон более приподняты, по сравнению с центральными. В эродированной зоне они не содержат оруденения (характеризуют подрудный уровень); рудный контур здесь сохранился лишь в центральном ее звене. В менее эродированной зоне рудный контур прослежен почти на всем ее протяжении; на участке центрального звена зоны он не выходит на дневную поверхность и вскрыт подземными горными выработками.

Изложенные данные позволяют в первом приближении считать эродированную зону, отвечающей нижним и средним, менее эродированную — средним и верхним уровням формирования оруденения. При условном совмещении зон (реконструкции разреза) суммарный вертикальный размах продуктивной минерализации может достигнуть величины порядка одного километра.

Таким образом, для оценки продуктивности жильно-метасоматических зон с золото-серебряным оруденением, а также их отдельных звеньев (рудных тел) весьма эффективен комплексный анализ структурных и минералого-геохимических данных.

ДВГИ ДВО АН СССР, Владивосток

Н.Е.САВВА, В.К.ПРЕЙС, Л.А.ЛУШНИКОВ, Г.Х.БУЛЯКОВ
ЗОЛОТОЕ И СЕРЕБРЯНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ОДНОЙ ИЗ ВЕТВЕЙ
ОХОТСКО-ЧУКОТСКОГО ВУЛКАНОГЕННОГО ПОЯСА

Рассматриваемая часть Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП) наложена на срединный массив и прослеживается вдоль глубинного разлома в субмеридиональном направлении. Рудные и россыпные проявления золота и серебра приурочены к субширотным зонам глубинных разломов.

Древнее золотое оруденение подтверждается наличием гальки золотоносного кварца в девонских конгломератах, молодое — наложением золото-серебряного оруденения на меловые вулканы. Золотое оруденение сформировано раньше и раньше выведено на дневную поверхность, что подтверждается исключительно высокой окатанностью части высокопробного золота в россыпях.

Золото-серебряное оруденение пояса наложено на низы древнего золотого, и в отдельных случаях пространственно с ним разобщено. В россыпных проявлениях эта последовательность выражается в наличии совместных выделений высокопробного золота резко различной окатанности, электрума и кюстелита слабой окатанности и рудного облика в долинах низких порядков. В верховьях участка одной из таких россыпей установлено золото средней и высокой пробы, ниже преобладает электрум и кюстелит при резко подчиненной роли высокопробного золота.

Обособленное положение занимает серебряное оруденение, поставляющее в россыпи самородное серебро. Коренные источники его, выявленные в последние годы приурочены к выступам фундамента и терригенно-карбонатным толщам. По типу минерализации это как правило серебро-полиметаллические проявления, а в отдельных случаях серебро-карбонатные, во многом сходные с пятиэлементной формацией. Повсеместно они характеризуются высокой насыщенностью гематитом, что вероятно связано с мобилизацией железа из гематитизированных терригенно-карбонатных толщ позднего протерозоя — раннего палеозоя.

Самородное серебро в россыпях представлено преимущественно крупными фракциями до самородков. Для него характерна высокая чистота химического состава и большое разнообразие форм обособлений, среди которых преобладают губчатые, лентовидные, натеchnые. Характерно, что на участках развития только поздне-мезозойского золото-серебряного оруденения самородное серебро в россыпях не установлено. Представляет интерес распределение самородных золота и серебра в вертикальном разрезе россыпей. Максимумы концентраций золота приурочены к приплотиковому аллювию и верхам элювия пород плотика. Максимумы концентраций самородного серебра и его наибольшая крупность — к нижней части покровных галечников, причем основной золотоносный пласт для "серебряной" россыпи является плотиком, что свидетельствует о поступлении основной части самородного серебра в россыпи позже золота.

Описанные соотношения золотой и серебряной минерализации связаны с длительной и сложной историей формирования массива. Развитие сереброносности в пределах зоны, связанной с формированием ОЧВП, позволяет соотносить серебряное оруденение со временем образования оруденения пояса. Своеобразие минерального состава серебряных руд, существенно отличающихся от рудных проявлений ОЧВП, мы связываем с особенностями состава рудовмещающих толщ.

СВКНИИ ДВО АН СССР, ПГО "Севвостгеология", ПО "Северо-востокзолото", Магадан

В.В. ГАВРИЛОВ

СЕРЕБРЯНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ВУЛКАНИТОВ СЕВЕРНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

Позднемиловые вулканы андезитовых формаций Северо-Сихотэ-Алиньской геосинклинально-складчатой системы играют существенную роль в локализации серебряного, олово-серебряного, полиметаллического и серебросодержащего медно-порфирового оруденения, обуславливающих металлогенический облик региона. Продуктивная минерализация во времени и в пространстве сопряжена, как правило, с магматитами кислого и умеренно кислого состава повышенной щелочности, сформировавшимися в орогенно-активизационный этап развития.

В центральной части описываемого поля вулканических андезитовой формации, прослеживающихся в виде узкой полосы в северо-

восточном направлении, субсогласно со складчатыми структурами, отмечаются проявления руд указанных выше минеральных типов. Главными структурными элементами вулканического поля являются нарушения северо-восточной ориентировки и поперечные к ним зоны повышенной трещиноватости и милонитизации. К участкам пересечения разноориентированных дизъюнктивов нередко приурочены вулкано-купольные постройки в составе которых, кроме эффузивов, отмечаются субвулканические и экструзивные образования, реже порфировидные гипабиссальные гранитоиды. К одной из таких построек и приурочено олово-серебро-полиметаллическое оруденение.

Вулкано-купольная постройка имеет отчетливо выраженное сложное блоковое строение, а слагающие ее магматические породы, по нашим данным, сформировались, по-видимому, в несколько фаз. Комплексная минерализация сконцентрирована, преимущественно, в субвулканических липарито-дацитовых порфирах и игнимбриках жерловой фации. Рудные тела представлены "полистадийными" сульфидными жилами и минерализованными линейными зонами прожилкования различной мощности, сопровождающимися ореолами точечной вкрапленности сульфидов. Текстура руд массивная, прожилково-вкрапленная, полосчатая, брекчиевидная, брекчиевидно-артеитовая, псевдо-флюидальная, вкрапленная. Главными рудными минералами руд являются галенит, сфалерит, касситерит, сульфосоли серебра, блеклая серебряная руда и самородное серебро. Реже присутствуют медистое серебро и самородное золото. Спорадически отмечаются бурнонит, буланжерит, джемсонит, вольфрамит и шеелит. В рудах постоянно отмечаются вкрапления пирита, пирротина и арсенопирита. Жильные минералы более характерны для зон прожилкования и представлены кварцем, серицитом, реже хлоритом, спорадически турмалином, биотитом, эпидотом и карбонатами.

Распределение продуктивных минералов в рудах неравномерное. Вверх по восстанию рудных тел и от центра к периферии рудного поля в рудах возрастают содержания свинца, олова и серебра; галенит становится более "серебристым", а сфалерит менее железистым. В рудах глубоких эрозионных уровней серебро сконцентрировано, преимущественно, в блеклой руде (тетраэдри-те). Для фронтальных частей рудных зон и сульфидных жил более характерны сульфосоли — пираргирит, прустит и диафорит. Реже отмечаются акантит, аргентит и самородное серебро. Вертикаль-

ная зональность минерализации проявлена и в изменении химического состава главных рудных минералов.

От центра к периферии рудного поля и вверх по восстанию зон серицит-кварцевые метасоматиты с прожилково-вкрапленным существенно олово-цинковым оруденением постепенно сменяются хлорит-серицит-кварцевыми с прожилково-жильной олово-серебро-полиметаллической минерализацией. Появление на флангах рудного поля сурьмяной и ртутной минерализации свидетельствует о смене относительно высокотемпературных парагенезисов низкотемпературными.

Оруденение относится к серебро-полиметаллической формации.

ДВИМС, Хабаровск

В.Е. ПОПОВ, К.А. МАРКОВ

ОСОБЕННОСТИ СКАРНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЯСОВ

Многочисленные данные о "добатолитовом" возрасте, а частью и о синхронности формирования скарнового оруденения в пределах вулканических поясов позволяют наметить некоторые общие тенденции в их размещении и соотношении с вулканогенно-гидротермальным и вулканогенно-осадочным оруденением.

Среди вулканических поясов с широким развитием скарнового оруденения можно выделить два основных типа: 1) позднегеосинклинальные (энсиматические и энсиалические), сочетающиеся с формированием запаздывающих, но близких по возрасту батолитовых и "малых" интрузий (Южный и Средний Урал, Алтай-Саянская область, Малый Кавказ); 2) орогенные и активизационные пояса, также на различном по составу основании, с контрастными и резко дифференцированными по возрасту вулканоплутоническими ассоциациями и интрузивными комплексами (Центральный Казахстан, Приморье).

В первых из них колчеданное и марганец-кремнисто-железородное оруденение в осадочно-вулканогенных формациях ассоциирует с медно-магнетитовыми (кобальтоносными, бороносными и др.) скарновыми и скарноидными месторождениями (Высокогорское, Турьинское, Качарское, Дашкесан). Во вторых-полиметаллическое и отчасти редкометальное оруденение в вулканиках комплементарно связано с редкометально-железородными и полиметаллически-железородными скарнами (Саяк, Туранглы, Алтын-Топкан, Тетухе).

По своему составу скарновые месторождения отвечают непро-

мышленному оруденению, фиксируемому в корневых частях жерловых фаций вулканических аппаратов, однако в своем размещении отчетливо тяготеют к линейным структурам, ограничивающим ареалы вулканоплутонических ассоциаций, или к приподнятым блокам. В вертикальном разрезе они отвечают достаточно строго фиксированному уровню рудообразования, глубина залегания которого реконструируется от палеоповерхности вулканогенно-осадочного и приповерхностного гидротермально-метасоматического оруденения в вулканических поясах. Вследствие различий мощности осадочно-вулканогенных комплексов над рудоподводящими структурами, скарновое оруденение попадает частью в сами осадочно-вулканогенные комплексы, частью в комплексы основания. Взаимоотношение скарнового оруденения с рудовмещающими породами и постскарновыми интрузивами фиксируется полевыми наблюдениями, микроскопическим изучением минеральных ассоциаций и изотопно-геохимическими данными на материале Горного Алтая, Бурятии, Центрального Казахстана и других регионов.

ВСЕГЕИ, Ленинград

А.А. ЧЕРЕПАНОВ

ВОЛЬФРАМОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ЕГО ЛОКАЛИЗАЦИИ

Рассмотрены особенности вольфрамового оруденения и закономерности его локализации в юго-восточной части Буреинского массива, Баджалского антиклинория, южной части Центрального Сихотэ-Алиня и Средне-Амурской впадины в Сихотэ-Алинской геосинклинальной складчатой области. Всего учтено 103 вольфрамовых и комплексных с вольфрамом рудопроявлений и месторождений, а также значительное количество шлиховых ореолов и геохимических аномалий.

Для Буреинского массива обосновывается выделение метаморфогенно-гидротермальной (стратиформной?) вольфрамовой минерализации в протерозойских метаморфических породах, возникшее в результате первичного накопления вольфрама в осадках и последующего переотложения и концентрации при метаморфизме и гранитизации. Приурочена вольфрамовая минерализация к периферийной части гранито-гнейсовых куполов, останцам и ксенолитам метаморфических пород среди палеозойских гранитоидов. Более поздние по возрасту грейзеновые, скарновые и кварцево-жильные комплексные, преимущественно оловянно-вольфрамовые

проявления образовались за счет наложения процессов тектономагматической активизации на поля распространения потенциально стратиформной и рассеянной минерализации.

В Сихотэ-Алинской геосинклинальной складчатой области вольфрамовое оруденение связано с переработкой мезозойскими гранитоидами первично обогащенных (до 2-3 кларков) вольфрамом вулканогенно-кремнисто-терригенных пород эвгеосинклинального типа. Приурочены проявления вольфрама к интрузивно-купольным структурам, контролируемым зонами глубинных разломов. Причем промышленное оруденение тяготеет к их периферии, к местам пересечения разнонаправленных магмо- и рудоконтролирующих структур.

Сделана систематика вольфрамового оруденения Среднего Приамурья с разделением на рудные формации и минерально-генетические типы, анализом особенностей их размещения и связей с магматическими и рудоконтролирующими структурами. Наиболее перспективны проявления вольфрамовой и молибден-вольфрамовой формаций, образующих промышленные скарновые, скарново-грейзеновые и штокверковые типы оруденения. Из рудных узлов наибольшая перспективность установлена для Поликанского рудного узла и Куканской зоны в Кур-Урмийско-Комсомольской вольфрамоносной зоне. Сюда же относится и площадь Западно-Сихотэ-Алинской рудномагматической структуры в Центральном Сихотэ-Алине. На Буреинском массиве определенный интерес представляет вольфрамовая минерализация, пространственно связанная с породами союзенской свиты.

ДВИМС, Хабаровск

В.А.ПРИСТАВКО, А.А.ПЛЯШКЕВИЧ, Н.А.ГОРЯЧЕВ
МИНЕРАЛОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ РУД И ЗОНАЛЬНОСТЬ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ СВЕТОЕ (В.ЧУКОТКА)

Месторождение Светлое находится в пределах Северного рудного узла, в ограниченном тектоническими нарушениями блоке. В строении рудного поля участвуют терригенные образования позднепермского и ранне-среднетриасового возраста, рассеваемые разновозрастными дайками лампорфиров, гранодиорит-порфиров и амфиболовидных гранитов. Рудные тела месторождения представлены кварцевыми жилами и прожилками, которые сосредоточены в двух зонах и имеют сложное кулисное строение.

Формирование руд месторождения, относимого к кварцевой

фашии касситерит-кварцевой формации, происходило в одну стадию, которую авторы, на основании изучения взаимоотношений отдельных минералов и минеральных ассоциаций (вслед за Б.Н. Науменко), подразделяют на пять подстадий: мусковитовую, касситерит-вольфрамит-кварцевую, кварц-сульфидную, альбитовую и флюорит-кальцитовую. Минералогическая зональность на вскрытом интервале выражается преимущественно в изменениях количественных соотношений минералов в рудах: в практическом исчезновении на глубоких горизонтах топаза, станнина, карбонатов, снижении концентраций касситерита, альбита, халькопирита, арсенопирита, флюорита, и, напротив, увеличении доли вольфрамита, мусковита, молибденита, леллингита. Одним из проявлений минералогической зональности являются также вариации составов основных минералов руд.

Изучение естественной термолюминесценции (ЕТЛ) жильного кварца показало, что она характеризуется однотипной двухпиковой кривой с преобладанием более интенсивного высокотемпературного (310-350°) максимума. Анализ характера изменения ЕТЛ в вертикальной плоскости рудной зоны позволил выявить скрытую зональность оруденения, отраженную в закономерных вариациях интенсивности высокотемпературного максимума.

На месторождении выделяется 12 геохимических типов руд и эндогенных ореолов, из которых 4 представляют 80% рудной массы. В распределении отдельных элементов, простых и сложных показателей зональности, а также типов руд четко проявляется минералогическая зональность, которая характеризуется три основные особенности локализации оруденения на месторождении:

1. При закономерном расположении в вертикальном разрезе руд различного качества и комплексности — от верхних горизонтов на глубину — происходит смена богатых оловянных руд вольфрамовыми, затем оловянно-вольфрамовыми бедными рудами.

2. Склонение оруденения. Зоны различного минералогического облика образуют рудный столб, который полого погружается в северо-западном направлении. Изменчивость оруденения по этому направлению минимальна.

3. Наличие центрального вертикального рудного столба. Этот столб характеризуется максимальной изменчивостью оруденения: корни его безрудные, отличительная их черта — повышенные содержания свинца, средняя часть столба представлена край-

не неравномерными комплексными рудами с небольшим преобладанием олова над вольфрамом и характерной ассоциацией молибдена и свинца, в верхней части столба сосредоточены неравномерные оловянно-вольфрамовые руды с молибденом.

СВКНИИ ДВО АН СССР, Магадан

В.Г. ПОНОМАРЕВ, Б.О. ИВАНЮК

СОВМЕЩЕНИЕ РАЗНОТИПНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В РУДНОМ ПОЛЕ

ОХОТСКО-ЧУКОТСКОГО ВУЛКАНОГЕННОГО ПОЯСА

Рассматриваемое золото-серебруродное поле входит в состав Носэгчанского узла, размещается в пределах Магаданской ветви Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП) и приурочено к участку пересечения Малтано-Ольского вулканопрогиба с Пограничной зоной разломов субширотного направления. Рудное поле сложено вулканогенными образованиями покровной и субвулканической фаций позднеюрско-раннемелового и позднемелового возрастов, а также интрузивными породами позднемелового возраста. Породы покровных фаций представлены кластолавами андезитов, андезитовыми порфиритами и туфами риолитов, субвулканических фаций - дацитовыми и риолитовыми порфирами, интрузивные - диоритами и гранит-порфирами.

На площади рудного поля пространственно совмещены два типа минерализации: золото-серебряной и золото-серебро-висмут-теллуровой, отличающихся друг от друга минеральными ассоциациями, текстурными особенностями, приуроченностью к породам разного петрографического состава и структурными условиями локализации.

Золото-серебряная минерализация локализуется в адуляр-кварцевых жилах, залегающих в дацитовых породах субвулканической фации. Жилы, мощностью от 3 до 12 м, характеризуются северо-восточным простиранием и пологим ($35-50^\circ$) северо-западным падением; они прослежены по простиранию на 700 м, а по падению на 200 м. На юго-западе они экранируются туфами риолитов, а на северо-востоке, в кластолавах андезитов, разветвляются и затухают. Для руд характерны массивные, брекчиевые, полосчатые и крустификационные текстуры. Минерализация представлена пиритом, полибазитом, стефанитом, пруститом, аргентитом и электрумом, а также сульфидами - пиритом, халькопиритом, сфалеритом и галенитом.

В адуляр-кварцевых жилах наблюдается следующая вертикальная зональность: в верхних частях жил преимущественно развиты сульфосоли серебра, электрум, галенит и халькопирит, в нижних - аргентит, пирит, сфалерит. Золото-серебряное отношение в рудах составляет 1:2 - 1:100.

Золото-серебро-висмут-теллуровая минерализация развита в восточной части рудного поля, где локализуется в дайке гранит-порфиров. Дайка, северо-западного простирания, протяженностью около 400 м и мощностью 60 м, прорывает интрузивный массив диоритового состава. В пределах дайки размещаются рудоносные зоны мощностью от 2 до 9 м с характерным прожилково-вкрапленным оруденением. Минерализация представлена сульфосолями серебра, тетрадимитом, петцитом, гесситом, электрумом, пиритом, арсенопиритом, галенитом и сфалеритом. Спектральным анализом в рудах установлены содержания висмута - 0.05%, теллура - 0.05% и олова - 0.05%. Золото-серебряное отношение, по сравнению с рудами первого типа, значительно выше.

Таким образом, в пределах рудного поля проявлена золото-серебряная минерализация, характерная для многих месторождений близповерхностного типа золото-серебряной формации, и менее распространенная золото-серебро-висмут-теллуровая минерализация. Наличие в рудах повышенных концентраций олова и висмута, а также находки касситерита в аллювиальных отложениях рудного узла, могут служить признаком для локального прогнозирования в пределах ОЧВП месторождений золото-редкометалльной формации.

Филиал ХПИ, Магадан

Н.С. ОСТАПЕНКО

МЕДНОЕ И ОЛОВЯННОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ

УМЛЕКАНО-ОГОДЖИНСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЯСА

Весьма протяженный внутриконтинентальный Умлекано-Огоджинский вулканический пояс (УОВП), наложенный на активизированную в мезозое северную окраину Буреинского кристаллического массива, в металлогеническом отношении изучен еще недостаточно, особенно мало известна его восточная часть. Здесь в начале 60-х годов в процессе проведения геологосъемочных работ масштаба 1:200 000 были выявлены крупный ореол касситерита, несколько шликовых ореолов киновари, одна комплексная аномалия меди, свинца, цинка и несколько точек полиметаллической аномалии.

ческой минерализации. Детальные изыскания здесь в дальнейшем не проводились, за исключением оценочных работ на аномалиях ртути (1968 г.). Тогда же вблизи пос. Огоджа была выявлена зона олово-полиметаллической минерализации в палеозойских гранитоидах, слагающих южный борт Огоджинской приразломной впадины. В дальнейшем наши детальные геолого-геохимические исследования в этом районе привели к выявлению новых проявлений и зон медной и оловянной минерализации. При этом были изучены особенности локализации рудных тел, вещественный состав и формационная принадлежность минерализации, связь ее с магматизмом.

В южном борту Огоджинской приразломной впадины среди палеозойских гранитоидов закартирован Огонерский массив лейкократовых мелкозернистых гранитов и гранит-порфиров и намечены предположительные места выхода на поверхность других массивов аналогичного состава. Огонерский массив неоднороден, так как слагающие его породы отличаются составом (граниты и граносиениты), структурой (от мелкозернистых гранитов до гранит-порфиров, кварцевых порфиров и шпировых обособлений пегматита) и цветом. Для гранитоидов характерны высокие содержание SiO_2 — до 77.02% и специфические величины отношений $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ — 2.54–5.76; CaO/MgO — 3.4; K/Na — 1.1 при сумме щелочей 7.8–8.43%. Они свидетельствуют об относительной восстановленности и повышенной калиевоности магматических расплавов. Последние признаки свойственны всем оловоносным комплексам Дальнего Востока и других провинций. По геохимическим особенностям и структурным условиям локализации эти гранитоидные тела объединены в огонерский интрузивный комплекс оловоносных гранитов мелового возраста. Связанное с ним оловянное оруденение представлено преимущественно круто залегающими зонами серицит-гранат-биотитовых, гранат-хлоритовых и сидеро-филлитовых метасоматитов с кварцем, касситеритом, полиметаллами. Рудоносные зоны залегают как в молодых гранитоидах в северном эндоконтакте Огонерского массива, так и во вмещающих палеозойских гранитоидах. Оруденение относится к касситерит-силикатному формационному типу.

Интрузивные тела бассейна р. Бургали, прорывающие андезит-дациты УОВП, отличаются иным набором пород. Доминирующая роль принадлежит роговообманковым и биотит-роговообманковым диоритам и гранодиоритам. Лейкограниты и кварцевые порфиры

с турмалином в качестве темноцветного минерала, слагают малые тела, занимая менее 1% объема массивов. Породам присущи порфировидные и порфировые структуры, свидетельствующие о гипабиссальных условиях формирования массивов. В отличие от огонерского комплекса, все разности пород характеризуются иными индикаторными отношениями компонентов: $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ = 1.38–0.70; CaO/MgO — 1.7–2.2; K/Na — 0.4–0.6; при сумме щелочей 5.8–6.4. Эти массивы объединены в бургалинский комплекс диорит-гранодиорит-гранитного состава. По натровой специфике и повышенной окисленности формирующих его магматических расплавов он сходен с медьпродуцирующими магматическими комплексами меденосных провинций. Оруденение установлено в связи со всеми изученными массивами и имеет медную специфику. Формировалось оно в несколько стадий — раннюю турмалиновую с калишпат-турмалиновой и турмалин-кварцевой минеральными ассоциациями, непродуктивными по меди и позднюю медную с кварц-халькопиритовой с полиметаллами ассоциацией в прожилках и жилах и серицит-полисульфидной с преобладающим пиритом в метасоматических зонах в гранитоидах. Турмалиновой и медной стадиям свойственны обособленные, реже совмещенные тела, предпочтительно развивающиеся в эндо- и экзоконтакте массивов. Оруденение относится к меднопорфировой формации. Спутниками меди являются свинец, цинк, висмут, в невысоких количествах благородные металлы, олово. Молибден практически не характерен.

Севернее рассматриваемых массивов в бассейне р. Унерикан, на территории, сложенной вулканитами и терригенными породами огоджинской свиты, известны локальные комплексные слабоконтрастные вторичные аномалии свинца, цинка, меди, олова, висмута, серебра. Здесь возможна аналогичная минерализация, связанная с нескрытыми интрузиями бургалинского типа.

Можно считать, что металлогенический облик восточной части УОВП во многом обусловлен развитием различных магматических очагов, сформировавших гипабиссальные интрузивы бургалинского комплекса с профилирующим медным оруденением и огонерского комплекса лейкогранитов с профилирующим оловянным оруденением.

АмуркНИИ ДВО АН СССР, Благовещенск

А.Б. ИГНАТЬЕВ, Н.Н. КИСЕЛЕВ,
А.В. БАГРИНЦЕВ

СТРУКТУРНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НОВЫХ РАЙОНОВ РАЗВИТИЯ ОРУДЕНЕНИЯ ПОРФИРОВОГО ТИПА В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЯСАХ ВОСТОКА СССР

Перспективам выявления оруденения порфирового типа в вулканических поясах Востока СССР посвящены многочисленные работы Н.А. Шило и др. (1974), В.Т. Матвеевко, Е.А. Радкевич (1976), Е.А. Евстрахина (1982), А.И. Кривцова (1983) и др. Проведенные нами совместно с производственными геологическими организациями прогнозно-тематические исследования позволили в значительной степени конкретизировать для отдельных регионов разработанные ранее принципы прогнозирования, критерии и признаки оруденения порфирового типа, результатом чего явилось выделение новых перспективных районов развития данного типа минерализации, где в настоящее время проводятся поисково-оценочные работы.

Ульбейский (Архимедовский) район развития оруденения порфирового типа расположен в центральной части Охотского вулкано-генного пояса и соответствует одноименной сложно построенной интрузивно-вулканической системе, сформированной на неглубоко залегающем кристаллическом основании. Ее рудоконтролирующими элементами являются разломы, интрузивные массивы, реликты вулканических структур различного типа и кольцевые магматические комплексы (последние обычно трассируют положение глубинных разломов). Они сложены мел-палеогеновой вулкано-плутонической ассоциацией пород известково-щелочной серии (единый гомодромный ряд), эволюция которой в отдельных ВТС заканчивается щелочным трендом дифференциации.

Рудные объекты размещаются в узлах пересечения глубинных разломов субмеридионального и северо-западного направлений во внутренних частях резургентных кальдер оседания, контактах мелких штоков гранитоидов, связаны с полями даек среднего-основного состава. Ведущей является молибден-порфировая минерализация, локализуемая в телах лейкогранитов (аляскитов) и риолитов, относящихся к заключительным этапам магматической деятельности. По морфологии выделяются линейные штокверки с прожилковым или вкрапленным оруденением и секущие их кварц-молибденитовые жилы различной мощности с мелко или крупно чешуйчатым молибденитом.

В пределах штокверков вмещающие породы подвержены интенсивной серицитизации, окварцеванию, калимпатизации. Молибден-порфировое оруденение ассоциирует с редкометальной минерализацией, а на флангах нередко сменяется проявлениями полиметаллов и благородных металлов, образуя своеобразную рудно-магматическую систему со сложной зональностью.

Геологоструктурная позиция Сидими-Оборского рудного узла определяется его расположением в пределах одноименного интрузивно-тектонического горста (центральная часть Западно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса), сформированного в период раннего мела-олигоцена. Осадочные, вулканогенно-осадочные и вулканогенные образования эвгеосинклинального типа, слагающие горст, прорваны многочисленными мелкими телами диорит-гранодиоритового состава кали-натриевого ряда, являющимися корневыми частями эродированных вулканических построек.

Пространственно порфировое оруденение ассоциирует с вышеотмеченным вулканогенно-интрузивным комплексом, контролируясь зонами северо-западных разломов в сочетании с более мелкими кольцевыми. Профилирующей является медная минерализация, меньшее значение имеют молибден, вольфрам, благородные металлы. В пределах рудных объектов отмечается характерная метасоматическая зональность, широко развиты эксплозивно-брекчиевые структуры, свидетельствующие о незначительном эрозионном срезе порфировых рудных систем. Кроме порфировых объектов в пределах узла известна также минерализация благородных металлов и вольфрамовое оруденение скарново-шелитового и кварц-вольфрамитового типов.

Различные тектоно-магматические обстановки формирования порфирового оруденения обусловили вероятно и металлические особенности рассмотренных районов: профилирующая молибден-порфировая минерализация с редкометальным и полиметаллическим оруденением для Ульбейского и преимущественно медно-порфировая с сопутствующей молибденовой и вольфрамовой минерализацией для Оборского. Развитие минерализации благородных металлов является типоморфным для обоих районов развития порфирового оруденения.

Проведенные исследования позволяют рассматривать эти объекты в качестве промышленно-генетических типов, характерных для вулканических поясов Востока Азии.

ДВИМС, Хабаровск

Н.А.АЛИМОВ, В.В.ЛИТВИНЦЕВ
СРЕДНЕГЛУБИННОЕ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ
В ПЕРИВУЛКАНИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ОЧВП

1. Интересы развития минерально-сырьевой базы Северо-Востока СССР требуют выявления нетрадиционных типов оруденения золота и серебра. С этой точки зрения перспективным направлением являются поиски месторождений вулканогенно-плутонической группы рудных формаций, определивших потенциал перивулканической зоны ОЧВП.

2. Рассматриваемое рудопроявление приурочено к крылу антиклинальной структуры, сложенной терригенно-осадочными породами нижней юры и верхнего триаса. Крыло антиклинали обнажается в эрозийном окне среди верхнемаловых вулканитов, в зоне сочленения глубинных разломов северо-западного и северо-восточного направлений. Терригенно-осадочные породы прорваны малой интрузией гранодиоритов, многочисленными штоками и дайками диоритов, диорит-порфиров, лампорфиров, андезитов-базальтов, липаритов.

3. Основными рудовмещающими структурами являются сложнопостроенные зоны дробления и брекчирования северо-западного и субширотного направлений. Мощность их варьирует от первых метров до десятков метров, протяженность от 300 до 1000 м. В ряде случаев они группируются в серии, общей мощностью до 200 м. Большинство зон отчетливо выделяются методом СГ БИЭП, как участки повышенного и пониженного сопротивления. Зоны сложены окварцованными серицитизированными и сульфидизированными брекчиями, иногда сопровождающимися интенсивным сульфидно-кварцевым прожилкованием. Сульфиды представлены пиритом, арсенопиритом, пирротинном, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, молибденитом. По имеющимся данным рудоносными в пределах минерализованных зон являются участки развития сульфидно-кварцевого прожилкования и интенсивной вкрапленной и прожилково-вкрапленной сульфидизации пород.

4. По текстурным признакам выделяются вкрапленные, прожилково-вкрапленные и сливные руды. Золото установлено в сульфидной фракции проб-протоочек и в кварце. Золото комковатое, проволоочное. Большая часть золотинок имеет размеры от 0.01 до 0.2 мм, редко до 1 мм. Количество сульфидов в рудах колеблется от первых процентов до 90%.

5. Наиболее оруденелые участки зон выделяются интенсивными вторичными ореолами рассеяния суммы металлов (по данным

рентген-радиометрического анализа) и золота.

6. Описанное оруденение может быть отнесено к среднеглубинной золото-сульфидной формации по следующим характерным признакам:

- приуроченность оруденения к поясам малых интрузий и даек, контактам относительно крупных массивов гранитоидов, несущих признаки становления в среднеглубинных условиях;
- контроль оруденения системами протяженных трещин скалывания, зонами дробления, трещинами оперения более крупных разломов, при тенденции наследования более древних структур;
- тесная связь оруденения с березитизацией, наложенной на ранее метаморфизованные породы;
- господство умеренно-сульфидных руд, существенная роль сульфидов меди, цинка, свинца, мышьяка, висмута;
- сочетание текстур крустификации и замещения, развитие внутрирудных перемещений и брекчирования;
- типоморфные особенности золота, определяемые пробой 800-900, сочетание тонкодисперсных и крупных его выделений преимущественно неправильной формы.

По аналогии с известными месторождениями подобного типа (США, СССР и т.д.) можно предположить большой размах оруденения на глубину и тем самым увеличить его перспективность и выбрать правильный подход к дальнейшему его изучению.

СВКНИИ ДВО АН СССР, Магадан

С.Ф.ВЕЛИЗАДЕ

ТИПЫ КОЛЧЕДАННЫХ РУД ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА

При аналогичном элементном составе полигенные руды отдельных объектов южного склона Большого Кавказа, объединяющиеся в целом в единую колчеданную формацию, заметно отличаются друг от друга по ряду специфических черт - ведущим рудным и жильным минералам, количественному соотношению сульфидов цветных металлов, концентрации основных и попутных промышленно-ценных компонентов, что и положено в основу их типизации.

Халькопирит-пирротиновые руды, типичные для Жихихского, Кацдагского месторождений, Тенросского, Капмалинского и др. проявлений, сложены в основном гексагональным пирротинном составе от $\text{Fe}_{12}\text{S}_{13}$ до Fe_8S_9 , которому по степени распространения существенно уступают пирит и моноклинный пирротин, а также перечисляемые в порядке убывания интенсивности развития

халькопирит, сфалерит и галенит. В этих рудах, характеризующихся различными масштабами развития свинцовой минерализации в отдельных объектах, в качестве ведущего жильного минерала присутствует кварц, а во второстепенных и редко встречающихся сульфидах — марказит, макинавит, кобальтин и др.

Колчеданно-полиметаллические руды, характерные для Физичайского, Катехского месторождений, Верхнефизичайского проявления, представлены в основном пиритом и количественно существенно подчиненными ему сфалеритом, галенитом и халькопиритом (суммарно до 15–20%), а также карбонатом, арсенопиритом, бурнонитом, тетраэдритом, теннантитом и др. Эти руды, характеризующиеся по сравнению с халькопирит-пирротиновыми, заметным уменьшением доли халькопирита, в небольшом количестве наблюдаются также на Кацдагском месторождении, основной объем залежей которого сложен халькопирит-пирротиновыми рудами. Причем здесь местами отмечаются руды промежуточного состава, представляющие собой смесь двух вышеотмеченных типов.

Главная масса полиметаллически-кварцевых руд, встречающихся на Катехском, Кацдагском и Жихихском месторождениях, представлена жилами и прожилками молочно-белого кварца, в которых наблюдаются пятна и вкрапления сульфидов цветных металлов, находящихся в разных объектах в различных количественных соотношениях. Из второстепенных и редко встречающихся минералов в этих рудах отмечаются тетрадимит, самородный висмут, жозеит А, карбонат и др. Цинково-свинцовые руды, характерные для Чедерского проявления, отличающиеся исключительной простотой состава и практически являющиеся биминеральными, сложены главным образом галенитом и сфалеритом с их различными количественными соотношениями, но повсеместно с заметным преобладанием галенита. Сульфиды свинца и цинка сопровождаются карбонатом. Второстепенное значение имеют халькопирит, пирит и хлорит.

Несмотря на большое сходство довольно широкого спектра химических элементов, выявленных в вышеуказанных типах колчеданных руд южного склона Большого Кавказа, последние существенно отличаются по количественным соотношениям основных и попутных промышленно-ценных компонентов. К примеру, концентрации свинца и меди в их отдельных типах местами отличаются примерно на порядок. В этой связи типизация руд и разработанные на основании данных изучения вещественного

состава и строения руд критерии, могущие содействовать их комплексному использованию, имеют важное практическое значение.

ИГ АН АзербСССР, Баку

С.В.СОКОЛОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМАЦИОННОГО ТИПА ОРУДЕНЕНИЯ ПО ГЕОХИМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

В результате геохимических поисков на Северо-Востоке СССР выявляются многочисленные литохимические аномалии. О ряде этих аномалий какие-либо сведения (об их источниках) отсутствуют. В связи с этим, весьма актуальна задача определения формационной принадлежности ореолов по их элементным спектрам. Существующие генетические классификации месторождений золота, серебра, олова И.С.Родкова, В.И.Найбородин, А.А.Сидорова, Л.Н.Пляшквич, П.В.Бабкина и других опираются, в основном, на качественные особенности минеральных и соответствующих им элементных ассоциаций. Приведенные ими типовые ряды элементов на уровне формаций, минеральных типов имеют крайне несущественные различия, что не позволяет с их использованием уверенно диагностировать типы прогнозируемого оруденения по геохимическим данным.

Определение формационной принадлежности рудопоявлений по элементным спектрам, на наш взгляд, связано с изучением довольно тонких отличий в количественных соотношениях содержащих элементов. С этих позиций были исследованы 45 рудопоявлений и ряд месторождений некоторых рудных районов Северо-Востока СССР. По ним, с использованием первичного материала геолого-поисковых и разведочных работ, составлялись однородные выборки рудных проб (10–30 проб) с конкретных горизонтов рудных тел, либо объекта в целом, в зависимости от масштаба оруденения, уровня содержания полезного компонента в проявлениях и степени их геологической изученности. По этим выборкам рассчитывались коэффициенты концентрации, как отношения средневзвешенных содержаний элементов к кларкам концентраций кислых пород. Коэффициенты концентрации каждого элемента нормировались по сумме коэффициентов концентраций всех элементов в совокупности. Таким образом определены ранжированные ряды этих коэффициентов для проявлений различных формаций, в ряде случаев характеризующие их определенные

уровни эрозионного среза.

Для количественной систематики проявлений по геохимическим данным использованы четыре показателя, представляющие собой отношения средневзвешенных в выборке содержаний элементов $\frac{Au}{Ag} : \frac{Ag}{Sn} : \frac{Sn}{Bi}$ / , либо их суммарные значения (ΣS). Шкалы их вариаций для проявлений золота, серебра и олова очень широки. На этих шкалах отчетливо обособились проявления одного-двух генетических типов, что и послужило критерием выделения для каждого показателя определенных интервалов их значений. Этим интервалам присвоены индексы, совокупность которых по всем показателям образует индивидуальный код формации. Использование кода формационной принадлежности позволило однозначно определить формацию, минеральный тип прогнозируемых золото-, серебро-, оловянных проявлений.

На основе полученных эталонных ранжированных рядов элементов, с использованием формационных кодов, в одном из рудных районов Северо-Востока СССР определены типы прогнозируемого оруденения по результатам литохимической съемки масштаба 1:50 000, уточнена формационная принадлежность ряда рудопроявлений при детальном поиске, что во многом определило их практическую ценность. Выделены два геохимических типа (серебро-висмутовый и серебро-висмут-оловянный), соответствующие определенным прогнозируемым минеральным типам.

СВКНИИ ДВО АН СССР, Магадан

А.А.ВРУБЛЕВСКИЙ, Ю.П.ЮШМАНОВ,
Д.Н.КУЗНЕЦОВ, С.Л.СМОЛЕНСКИЙ

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРАСНОГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНОЕ ПРИМОРЬЕ)

1. Структурная позиция месторождения определяется его приуроченностью к узлу пересечения северо-западного Смысловского разлома с зоной широтного Солонцового разлома.

2. Рудное поле приурочено к верхнемеловой вулканопольной очаговой структуре. Она сложена породами покровной фации, среди которой преобладают игнимбриты приморской серии. Покров прорван образованиями вулканического жерла, малкими штоками и экструзивными телами липаритов, дайками порфиринов, на глубине обнаружено скрытое интрузивное тело габбро-диорит-гранодиорит-гранитного состава. Магматические породы совместно с жерловыми фациями и дайками относятся к рудоносному дальнегорскому вулканоплутоническому комплексу.

3. Измененные породы жерла вмещают непромышленное полиметаллическое и оловянное оруденение порфирирового типа.

4. Промышленное полиметаллическое оруденение жильного типа локализовано в трещинных структурах, связанных своим образованием сдвиговыми дислокациями вулканогенных пород. Основными рудоконтролирующими структурами являются северо-западные и широтные крутонаклонные разрывы. Они представлены кулисами правыми сдвигами. Кулисы контролируют промышленные блоки.

5. Близмеридиональные разрывы вмещают дайки и непромышленные рудные тела. Они формировались при местном растяжении земной коры в условиях сдвиговых дислокаций по широкой зоне северо-западного Смысловского разлома.

6. Особенности геолого-структурных элементов Красногорского месторождения следует учитывать при прогнозировании конкретных рудных тел в зоне Смысловского разлома, вмещающего ряд месторождений и рудопроявлений в Дальнегорском рудном районе.

ИТИГ ДВО АН СССР, Хабаровск; ИГО "Приморгеология"

3. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Д.В.АРЕВАДЗЕ, В.И.ГЕЛЕЙШВИЛИ,
В.И.ГОНЧАРОВ, В.З.ЯРОШЕВИЧ

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ИСТОЧНИКИ ВЕЩЕСТВА РАЗНОФОРМАЦИОННЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР

Проведены комплексные термобарогеохимические и изотопные исследования ряда проявлений золото-серебряной, золото-мышьяк-сурьмяной и золото-малосульфидной формаций Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Изотопными исследованиями сульфидов и карбонатов устанавливается глубинный источник серы и углерода в минералоотлагающих флюидах всех изученных нами месторождений.

Изотопными исследованиями водорода воды флюидных включений в минералах продуктивных и постпродуктивных ассоциаций на всех изученных месторождениях надежно фиксируется лишь метеорная составляющая. В то же время наличие в допродуктивных минеральных ассоциациях высококонцентрированных флюидных вклю-

чений с рудными и нерудными минералами-узниками указывает на присутствие во флюиде магматогенной компоненты. По-видимому, процесс рудоотложения происходит на уровне разбавления глубинных флюидов слабоминерализованными водами первично-метеорного генезиса. Согласно изотопно-кислородным исследованиям интенсивность взаимодействия флюидов с вмещающими породами коррелировала с глубинами формирования месторождений.

Термобарогеохимическими исследованиями (гомогенизация, криометрия, водные вытяжки, газовый анализ) подтверждена специфика Р-Т-Х условий минералоотложения разноформационных золоторудных месторождений, в целом согласующаяся с результатами более ранних исследований.

КИМС МГ СССР, ГИН АН ГССР, Тбилиси; СВНИ ДВО АН СССР, Магадан

М.С.САХАРОВА, С.К.РЯХОВСКАЯ
МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕННОСТИ
ГЕНЕЗИСА СЕРЕБРЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОЯСОВ
ВОСТОКА СССР

В Охотско-Чукотском вулканогенном поясе развиты месторождения серебряных и серебросодержащих руд верхнемелового возраста различных формационных типов - золото-серебряные, серебро-полиметаллические и серебро-оловянные. Эти месторождения отличаются особенностями минерального состава, формами нахождения серебра и условиями его накопления. Важное значение среди них имеют серебряные месторождения кварц-родонит-сульфидного состава, являющиеся крайними членами золото-серебряного формационного ряда.

Серебруродные месторождения пояса характеризуются малыми и умеренными сульфидными рудами, преобладанием сульфидов полиметаллов, и широким разнообразием серебряной минерализации, отличающейся в рассматриваемых типах набором ведущих минералов, составом сереброносных парагенезисов и особенностями накопления Aq при рудообразовании. В типе серебряных месторождений кварц-родонит-сульфидного состава ведущая роль принадлежит самородному серебру и акантиту при подчиненном значении разнообразных сложных соединений серебра (сложные сульфиды, сульфокантониты, сульфостаннаты, селениды, теллуриды, интерметаллиды и другие).

Экспериментально показано, что важнейшими причинами широкого развития в рядах самородного серебра и кустелита являются:

1) геохимические особенности гидротермальных растворов, проявленные в резком смещении в сторону Aq величины золото-серебряного отношения, существенно калиевом характере растворов и их обогащении Fe^{+2} и Mn^{+2} , способствующих накоплению самородного серебра и кустелита; 2) повышенное содержание в рудах минералов-осадителей серебра (галенит, халькопирит, пирит, родонит); 3) процессы регенерации серебра, обусловленные температурным режимом рудообразования.

Выяснено, что накопление самородного серебра может происходить: а) при мобилизации Aq из серебросодержащих сульфидов (галенит и др.) близонейтральными хлоридными растворами при температурах 200-300°C и последующем его отложении; б) при термометаморфизме серебросодержащих сульфидов, сопровождающемся собирательной перекристаллизацией и укрупнением серебра; путем преобразования собственных минералов серебра (аргентит, гессит) по твердофазному механизму с образованием самородной формы.

Для месторождений серебро-полиметаллической формации показана ведущая роль сложных халькогенидов серебра. По преобладающим формам Aq выделено два минеральных типа - фрейбергитовый и пираргирит-стефанитовый, характеризующиеся более сложной серебряной минерализацией с главной ролью серебро-сурьмяных сульфосолей. Минералогическим индикатором серебро-оловянного типа месторождений является канфилдит и его парагенезисы.

Природные и экспериментальные данные позволяют наметить минералогические индикаторы типов серебруродных месторождений и физико-химические параметры, стимулирующие отложение серебра при рудообразовании.

Московский госуниверситет

Ф.И.ЖУКОВ, Л.Т.САВЧЕНКО, Ю.Н.ДЕМИХОВ
ФОРМИРОВАНИЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ВУЛКАНОГЕННЫХ ФОРМАЦИЯХ
(по вариациям изотопов серы, углерода, водорода и кислорода)

В разрезе палеозоя одной из складчатых областей известны вулканические формации, с которыми ассоциируют разнообразные рудные месторождения урана, колчеданных и полиметаллических руд, а также значительные проявления золота.

Колчеданные руды и месторождения полиметаллов приурочены к послойным залежам среди метаморфизованных вулканогенно-осадочных пород кембрийского, силурийского и девонского возра-

тов. Исследование изотопов серы в пиритах, углерода в графитах и карбонатах показало, что они имеют сходные значения $\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$, как в рудных, так и во вмещающих породах, что однозначно указывает на мобилизацию рудных компонентов из вулканогенно-осадочных толщ.

В породах силура обнаружено крупное урановое проявление с первоначальной минерализацией в сланцах силура, ассоциирующие с вулканогенными породами среднего состава. Здесь известны линзообразные штокерковые и жильные тела. Изотопными исследованиями установлена широкая дисперсия значений $\delta^{13}\text{C}$ в первоначально-осадочных урановых рудах в тесной зависимости от содержания $\text{C}_{\text{орг}}$ в породе.

На сингенетичность первичной урановой минерализации и вмещающих толщ указывают и значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ ($\delta^{13}\text{C}_{\text{ср.}} = -3.7\%$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{ср.}} = +22.5\%$) в карбонатах хомогенно-осадочной породы. Интервал вариаций $\delta^{34}\text{S}$ (-3.8 до -7.0%) свидетельствует о биогенном источнике серы в пиритах, сопутствующих урановой минерализации. В рудных зонах изотопный состав серы в пиритах, углерода и кислорода в карбонатах такой же как и во вмещающих вулканогенно-осадочных толщах.

В породах венда-нижнего кембрия исследовано проявление золота. Изотопные исследования Pb, S, C, O указывают на метеорный генезис вод. Кальциты в кварцевых рудных зонах имеют изотопный состав углерода и кислорода такой же, как и морские осадочные карбонаты. Изотопный состав углерода в углекислом газе из включений в кварцах указывает на взаимодействие CO_2 из вмещающих толщ и отсутствие привноса в рудную зону мантийного углерода. Изотопный состав серы пиритов тоже свидетельствует о том, что источником серы были вмещающие толщи.

Таким образом, мобилизация и перестроение рудного вещества происходило при метаморфических процессах с участием метеорных вод.

ИГФМ АН УССР, Киев

А.В.НАРСЕЕВ

Флюидный режим. Формирование и оценка рудных месторождений

1. Месторождения вулканических поясов формируются в условиях мощных флюидопотоков. Это дает возможность рассматривать флюидный режим (ФР) как одно из важнейших условий формирования рудных концентраций.

2. Рудно-магматические системы проходят несколько стадий эволюции:

а) магматическая температура - $800-500^\circ\text{C}$, чему соответствует развитие на поверхности фумарол с эволюцией состава газов от существенно галогенидного до углекислого, часть таких фумарол рудоносна, рудные элементы - Cu, Pb, Zn, Au, Pt и другие;

б) послемагматическая - $450-100^\circ\text{C}$ и менее фумарольно-сульфатарная и сульфатарная деятельность на поверхности, среди газов преобладает CO_2 , рудоносные системы встречаются гораздо чаще - кальдера Узон, кальдера Головина, зона Таупо (Новая Зеландия) и другие, рудные элементы - S, As, Sb, Hg, Au, Ag и т.д.;

в) все упомянутые системы являются открытыми.

3. Рудные месторождения формировались в условиях периодически (временно) закрытых систем. Изучение ФР ряда месторождений золота и обобщение литературных данных позволило выявить особенности их формирования. К таковым относятся:

- все рудные зоны формируются в условиях максимальной флюидонасыщенности;

- рудные зоны и рудные тела характеризуются максимальными относительными содержаниями восстановленных газов (CO , CH_4 , H_2) и, соответственно, максимальной восстановленностью флюида;

- рудные зоны и рудные тела сопровождаются ореолами флюидных компонентов, превышающими их размеры по вертикали - в 3-5 раз, по горизонтали - в 2-3 раза;

- установлена зональность в распределении флюидных компонентов относительно друг друга и относительно рудных тел, что позволило вывести коэффициент зональности, служащий для оценки уровня эрозионного среза.

Выявленные закономерности могут служить поисково-оценочными признаками на различных стадиях геологоразведочных работ. ИГГО "Центргеология", Москва

Г.С.СИЯКИН

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПОЛЕЙ

Рудное поле рассматривается как система структурно-взаимосвязанных рудных залежей, характеризующаяся общими закономерностями зонального строения (система "сообщающихся сосудов")

— продукт единого рудообразующего механизма. По структурно-морфогенетическим особенностям выделяются два типа золоторудных полей: полицентричный ритмически-зональный и моноцентричный. В отличие от моноцентричного зональная колонна полицентричного рудного поля представлена рудными залежами, состоящими из серии эшелонированных минералого-геохимических ритмов — зональных колонн второго порядка, выявляющихся относительно рудных столбов (линз).

Наиболее характерно ритмически-зональное строение эндогенного (первичного, а также минералогического и околорудно-метасоматического) ореола для золото-мышьяковисто-сульфидных, золото-серебряных, в меньшей степени, для золото-кварцевых рудных полей. Для золото-сульфидно-кварцевых и золото-аломосиликатных (в скарнах) рудных полей в большей мере присущи моноцентричные ореольные тела, представленные рудными залежами с одним концентрированным максимумом золота или сериями мелких сближенных гнезд.

Несмотря на существенные различия геолого-структурных обстановок, состава вмещающей среды, физико-химических условий формирования, типа околорудно-метасоматических преобразований (золотое оруденение — изменения формации лиственитов-березитов, золото-серебряное — пропилитов и аргиллизитов, пропилитов и вторичных кварцитов) рудоотложение и образование эндогенных ореолов сопровождалось различными по интенсивности, масштабам вовлекаемых в перообразования вмещающих пород, но близкими по химизму, характеру изменения окислительно-восстановительной обстановки, режима серы и кислорода процессами. В направлении от рудной залежи, где в восстановительной среде формировалась сульфидная составляющая оруденения и отлагалось золото, к ее периферии увеличивался дефицит серы пирита, арсенопирита, сульфосолей, появлялись карбонатные и окисные формы магния, марганца, $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$, рудогенных элементов, возрастала роль высших степеней окисления металлов (пирит-сидерит, хлорит-гематит, магнетит). Накопление серы, кремнезема, Fe^{2+} , калия золота, мышьяка, серебра в зоне рудоотложения (золото-мышьяковисто-сульфидные, золото-сульфидно-кварцевые рудные залежи или нередко в несопоставимо меньших масштабах) в околорудном пространстве продуктивных жил (золото-кварцевые, золото-серебряные рудные тела) при преобладании серы способствовало одновременному выносу с последующей концентрацией при

возрастании роли кислорода на фронте зональной колонны и по ее периферии Na, Ca, Mg, Li, Rb, Cs, P, B, Co, Ni, V, Cr. В результате намечены критерии оценки уровня пересечения золоторудного поля по вертикали и приближения к нему по латерали.

ЦНИГРИ, Москва

А.Е. ПЕРЕСТОРОНИН, Л.С. ЖИТАЧ

ДАВСОНИТИЗАЦИЯ В ВУЛКАНО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Давсонит — карбонат алюминия и натрия — считается наилучшим сырьем для алюминиевой промышленности после открытия крупнейших залежей его в горючих сланцах штата Колорадо (США). В СССР проявления давсонита обнаружены в различных геологических обстановках: зонах гидротермально-измененных пород, корях выветривания и угленосных отложениях (Закарпатье, Кузбасс, Кавказ).

На Дальнем Востоке впервые давсонизация установлена в мезозойских вулканитах вулcano-тектонических структур. Давсонитизации подверглись толща переслаивающихся фельзитов, игниобритов и их туфов мощностью до 250 м и в меньшей мере подстилающие их андезиты-дациты и туфы. Давсонитизация установлена в узле сочленения трех зон глубинных разломов различного простирания (северо-восточного, северо-западного и северо-восток-восточного), которые прослеживаются и за пределами ВТС в фундаменте.

Макроскопически давсонитизированные породы осветлены. Степень замещения пород давсонитом I–20%, в отдельных случаях до 60–70%. Давсонит в виде сфереритовых, лучисто спутанно-волокнистых выделений развивается по вкрапленникам полевого шпата, по трещинкам, флюидальности и в пустотках. Иногда он находится в срастании с железистым карбонатом, кальцитом, кварцем, паргонитом. Макроскопически давсонит похож на цеолит, а микроскопически по рельефу и интерференционной окраске — на мусковит. Оптические константы: $N_g = 1.598$; $N_m = 1.542$, $N_p = 1.466$, $2V = 77^\circ$. Диафрактограмма и ИК-спектры характерные. Температура декарпитации давсонита равна 180°C . Спектральным анализом в нем установлена примесь галлия до 0.2%.

Характер выделений давсонита, приуроченность его к различным типам пород свидетельствует об отложении его в связи с гидротермальной деятельностью в период мезозойской активиза-

дни тектонических движений. Нахождение давсонита на Дальнем Востоке как нового вида минерального сырья для получения алюминия и соды и относительная легкость его извлечения представляет несомненный интерес.

ДВИМС, ИГО "Тасгеология", Хабаровск

В.Т.КАЗАЧЕНКО

РОЛЬ МЕТАСОМАТОЗА В ФОРМИРОВАНИИ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНЫХ И ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОЯСОВ ВОСТОКА СССР

Золото-серебряные и полиметаллические (с оловом и серебром) месторождения представляют собой совокупность зон выщелачивания и перестроения выщелоченных элементов, пространственные соотношения которых определяются глубиной. Показателем глубины служит геологическая позиция месторождений. С возрастанием глубины месторождения в вулканических постройках сменяются месторождениями в терригенном фундаменте вулкано-генных поясов, приуроченными к контактовым ореолам коагматичным вулканитам гранитоидных массивов.

Золото-серебряные месторождения вулкано-генного чехла — это существенно кварцевые зоны выщелачивания с локальными участками перестроения породообразующих оснований. Перестроение петрогенных элементов происходило разными способами — при вступлении флюидов в зоны пониженного давления (пустоты, полости трещин) в карбонатной форме при флюидно-эксплозивном брекчировании и т.д. Наложение растворов, испытавших потерю части летучих компонентов при эксплозивном брекчировании, на карбонатные участки и кварцевые метасоматиты приводило к перестроению марганца, железа и магния в силикатной форме. Формирование рудной минерализации было тесно связано с процессами перестроения породообразующих оснований. Распределение продуктов перестроения породообразующих оснований в вертикальном разрезе зон выщелачивания зонально. Зональность обусловлена изменением с глубиной литостатического давления, которое определяло наличие или отсутствие открытых полостей трещин и уровень максимального проявления флюидно-эксплозивных процессов.

Полиметаллические месторождения фундамента — это сульфидные жилы (зоны перестроения) с глубиной переходящие в грейзеновые поля (зоны выщелачивания) через грейзеновые жилы и жилы-

но-прожилковые системы с кварцем, мусковитом, калиевым полевым шпатом, касситеритом, бериллом и т.д.

Преобладающие формы перестроения оснований (сульфидная и карбонатная) определялись высокими активностями летучих компонентов в растворах. Перестроение происходило дифференцировано, с образованием вертикальной минеральной зональности. Оно начиналось с отложения железа в сульфидной форме (арсенопиритовая и пирротиновая зоны). Выше из того же потока отлагались в основном железосодержащие сульфиды малых элементов (сфалерит), а затем безжелезные (галенит и сульфидоантимониты свинца и серебра); примерно в этом же интервале глубин перестраивалось основное количество кальция в карбонатной форме. Марганец, в зависимости от режима в растворах перестраивался в сульфидной (алабандин), карбонатной (вместе с кальцием) или силикатной (силикаты марганца) формах после отложения основной массы железа (выше пирротиновой зоны).

Перестроение протекало в температурном поле гранитоидных интрузий, вследствие чего положение границ минеральных зон в пространстве в значительной мере определялось температурой. Взаимоотношения минеральных ассоциаций в полиметаллических месторождениях хорошо объяснимы с позиций пульсационного поступления гидротермальных растворов на фоне постепенного понижения температуры во времени в результате остывания гранитоидных массивов.

ДВИГИ ДВО АН СССР, Владивосток

Л.Г.СУХОВ, В.С.АПОЛОНОВ

ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД

Для выявления последовательности формирования минералов медно-никелевых руд, температурных условий и свойств среды минералообразования был выполнен декрепитационный анализ (с предварительным определением минерального и химического состава) более чем ста проб богатых руд Хараелахского рудного поля (Норильский район), представляющих пирротиновый, кубанитовый и халькопиритовый (талнахитовый, моихукитовый) промышленные типы. По 16 парно объединенным пробам путем вытяжек определены также состав и свойства газовой-жидких консервантов в минералах.

Применением дискриминантного и регрессионного анализов

(включая тренд-анализ) выявлено, что вариации декрепитационной активности предопределены различиями минерального состава руд, когда эмпирические ошибки распознавания минеральных парагенезисов по количеству импульсов для интервалов температур близки теоретическому Байесовскому риску (14-28%) и лишь на 5-10% выше, чем при распознавании по вещественному составу, т.е. обусловлены, главным образом, естественным перекрытием части классов. Множественные коэффициенты корреляции между содержанием минералов и химических компонентов в рудах и дифференциальной декрепитационной активностью имеют величину 0.55-0.7 при уровне значимости 0.99.

Методами корреляционного и факторного анализов установлено, что наиболее высокотемпературными (интервал декрепитации 700-600°) являются моихукит и талнахит, сохранившиеся в виде широко распространенных реликтов в более низкотемпературном халькопирите (до 500°) ввиду неравновесности обменных реакций с флюидом. Реакционные взаимоотношения последнего с гипотетическим высоконикелистым пирротинным твердым раствором были более равновесными, поскольку ввиду самостоятельных минералов фиксируются только продукты его преобразования - пентландит и пирротин-I (до 400°). Более поздним процессом (500-400°) является кубанитизация пирротиновых и халькопиритовых руд. Интервал 400-300° отражает некоторую перестройку минералообразующей среды, связанную, очевидно, с трансформацией надкритического флюида в гидротермальный раствор. Ниже этой температуры происходит формирование пентландита в кубанитовых и халькопиритовых рудах и халькопирита в пирротиновых. Ниже 200° отлагался пирротин-II, а пирротин-III в халькопиритовых рудах является наиболее низкотемпературным.

Судя по составу консервантов в минералах, свойства среды минералообразования отражают тяготение пирротина, пентландита и сопутствующего им кобальта к кислой среде, а минералов группы халькопирита - к нейтральной или слабощелочной. Кубанит занимает промежуточное положение, хотя по ряду связей ближе к пирротину и пентландиту. Очевидно, что с падением температуры происходит изменение кислотности-щелочности минералообразующей среды. К раннещелочной стадии может быть отнесено образование моихукита и талнахита, а раннего пирротина и пентландита - к кислотной. С позднещелочной стадией, очевидно, связа-

но становление халькопирита. При дальнейшем падении температур и новом повышении кислотности растворов (300° и ниже) отлагаются поздний пирротин и кубанит, постепенно сменяющиеся низкотемпературными преобразованиями руд.

Таким образом, последовательность минералообразования и формирование отдельных промышленных типов сульфидных медно-никелевых руд статистически достаточно определенно увязывается с динамикой физико-химических свойств среды отложения.

ЛГО "Севморгеология", Норильск

В.Г. ЛАЗАРЕНКОВ, Е.А. БАЛМАСОВА, Е.А. ШУВАЛОВ

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ КОРЕННЫХ ТИПОВ ПЛАТИНОИДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В РАССЛОЕННЫХ МАССИВАХ ПЕРИДОТИТ-ОРТОПИРОКСЕНИТ-НОРИТОВОЙ ФОРМАЦИИ

Для обнаружения платиноидной минерализации в неизученных на платиноиды расслоенных массивах определенный интерес представляет знание пространственного положения различных типов такой минерализации в хорошо исследованных расслоенных массивах: Бушвельдском, Потгитерсрусском (ЮАР), Стиллутерском (США), Пенникатском (Финляндия), Великой дайке. Как известно, в обобщенном разрезе этих массивов различают нижнюю ультраосновную, переходную (критическую) и верхнюю габброидную зоны. Породы, содержащие МПГ, обычно представляют собой маломощные (первые метры), но исключительно протяженные (на десятки и сотни километров) горизонты, согласные с общей стратификацией расслоенных массивов.

Пространственное положение коренных типов платиноидной минерализации в разрезе расслоенных массивов, главные МПГ и геохимическая специализация наиболее подробно изученных массивов и месторождений представлены в таблице.

В целом, пространственное положение платиноидных горизонтов в разрезе проанализированных массивов стратиграфически не фиксировано, а, скорее, "плавает" в широком диапазоне глубин расслоенных массивов. Платиноидные горизонты нижней ультраосновной и переходной зон чаще обнаруживают платиновый характер геохимической специализации, тогда как горизонты верхней габброидной зоны и нижних частей массивов - палладиевый.

ЛГИ, Ленинград

В.Л.ШЕВКАЛЕНКО

ОБСТАНОВКИ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ (МПГ) В ОФИОЛИТОВЫХ КОМПЛЕКСАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Стратиграфическое распространение офиолитовых комплексов и связанная с ними минерализация МПГ в условиях Дальнего Востока охватывает период от раннего протерозоя до кайнозоя включительно. Самые ранние рудопроявления отмечены на Мамыньском выступе Буреинского массива, где они связаны с нижними, эвгеосинклинальными частями протогеосинклинального разреза. Самые молодые – рудопроявления МПГ в кайнозойских ультрамафитовых вулканитах Камчатки. Они размещаются как в специфических эвгеосинклинальных толщах, являющихся средой проявления ультрамафитового магматизма, так и в самих магматических телах. Роль вмещающей среды не ограничивается перераспределением элементов при контаминации. Среда может включать концентрации МПГ в виде стратиформных вулканогенно-осадочных, метаморфогенных или гидротермальных рудопроявлений и даже при отсутствии интрузивного ультрамафитового магматизма, в эвгеосинклиналях с редуцированной схемой развития. Например, это имеет место в юго-западном Приморье. В металлогеническом отношении отчетливо выражена осмий-иридий-рутениевая с платиной специализация.

Вот примерный перечень установленных и возможных обстановок концентрации МПГ в офиолитовых комплексах.

1. Кластогенные концентрации устойчивых к выветриванию минералов МПГ в базальных горизонтах вулканогенно-терригенных отложений.

2. Стратиформные концентрации содержащих МПГ сульфидов в вулканогенно-осадочных толщах.

3. Метаморфогенные концентрации самородных минералов МПГ в зонах динамометаморфизма.

4. Концентрации МПГ в зональных мафит-ультрамафитовых интрузиях центрального типа, сформированных в камерных условиях.

5. Концентрации МПГ в зональных субвулканитических дунит-гарцбургитовых массивах.

6. Прибрежно-морские и континентальные кайнозойские россыпи с минералами МПГ.

Во всех перечисленных случаях минерализация МПГ, как

Пространственное положение коренных типов платиноидной минерализации в расслоенных массивах.

Таблица.

Зона	Платиноидно-содержащие породы	Тип платиноидной минерализации	Главные МПГ	Платиноидная специализация	Месторождения, массивы
Паборопиная	нориты, таборо-нориты, аноктозиты, троктозиты, пироксениты	сульфидный	висмутит, бразилит, Pt-Fe т.р. мончет, (пентландит)	палладиевая	Пикет Пен (С) Хугленд риф (С) Ала-Ленинка (II) Пасивара (II)
		арсенидный	сперрит, изомеррит	палладиевая	Солпиарви (II)
Переходная	тортонолитовые дуниты, дуниты перматокитные пироксениты	самородный	Pt-Fe т.р. сперрит	платиновая	Бувельдские трукки (B)
		сульфидный	куперит, бразилит, сперрит	палладиево-платиновая	Риф Меренского (B) Платиф (По) Великая дайка
Переходная - ультраосновная	хромититы	сульфидный	лаурит, бразилит, куперит	платиновая	горизонт №6-2 (B) горизонт А (С) Великая дайка
Ультраосновная - подолва массива	базальные нориты, медно-никелевые руды	смешанный (висмутит-теллурид-арсенидный)	майченерит, мончет, сперрит	палладиевая	Седерри
					Массивы: С - Стиггуготерский, II - Пенникатский, B - Бувельдский, По - Поттигерурский

правило, является важной составляющей комплексных месторождений. Ведущим минералом россыпных проявлений обычно служит золото, второстепенными, кроме минералов МПГ - ильменит, шеелит, киноварь, демантоид. В числе потенциально важных компонентов следует иметь в виду алмазы. В рудных проявлениях в комплексе с МПГ оцениваются медь, никель, хром, фосфор. Причем, в одних случаях возможна оценка комплексных руд, в других - комплексная оценка рудопоявлений, слагаемых разнотипными рудными телами в пределах единого рудоносного массива, рудной зоны или рудного поля.

ДВИМС, Хабаровск

В.Л.ШЕВКАЛЕНКО

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЙ

ПЛАТИНЫ АЛДАНСКОГО ТИПА

Алданский тип проявлений выделен И.С.Рожковым и определен как рассеянно-вкрапленное платиновое оруденение, заключенное в сегрегациях хромшпинелидов в дунитовых ядрах концентрически-зональных мафит-ультрамафитовых интрузий. На примере изучения типичного объекта установлены такие характеристики.

1. Платиноносный массив представляет собой лакколитообразное окончание штока, сформированного в течение нескольких интрузивных импульсов этапа мезозойской активизации.

2. Последовательность внедрения интрузий, от дунитов до габбро-диоритов, сиенито-диоритов и щелочных пегматитов, характеризует снижение температуры процесса при одновременном увеличении щелочности магматических продуктов.

3. Положение лакколитообразной части массива контролируется границей жестких метаморфизованных позднеархейских (?) и пластичных слабо метаморфизованных позднепротерозойских осадочных пород, слагающих, соответственно, основание и кровлю лакколитообразного тела. Форма интрузий обусловлена прогибанием, хрупкой деформацией фундамента, воздыманием и пластичной деформацией кровли. Эти же факторы оказали влияние на образование ориентированных структур кристаллизации, частично наследовавшихся при процессах аутометасоматоза и концентрации рудного вещества.

4. Формирование массива происходило при активной роли ассимилируемых подстилающих пород, представленных в верхней

части разреза эвапоритами. Подстилающие породы явились основным источником углеводородов и биогенных элементов - серы, мышьяка и фосфора, а также, вероятно, нормативно-избыточных в составе интрузий и сконцентрированных в пегматитах натрия и калия. Совокупность замещенных элементов, с одной стороны, определила условия достаточно медленной кристаллизации магмы в камере и интенсивность метасоматических процессов, с другой - соотношение форм нахождения металлов платиновой группы (МПГ) в состоянии концентрации и преобладание самородных минералов.

5. Неоднократное внедрение в камеру магм последовательно изменяющегося состава в течение относительно короткого промежутка времени явилось решающим фактором в развитии метасоматических процессов, перераспределении рудного вещества и его концентрации на геохимических барьерах, которыми служили области контактов интрузий. Односторонняя направленность процессов магматизма и рудообразования обусловила последовательную во времени смену форм концентрации МПГ - от платиноносных хромититов к преимущественно самородной форме, в виде изоферроплатины, затем к сульфидам-арсенидам платины и вхождению в сульфиды (халькопирит). В этом же направлении намечается рост содержания палладия в рудах.

6. Глубина формирования массива не превышает 470-530 м.

Таким образом, сугубо "Алданских" генетических признаков оруденение не имеет. Видимо, правильнее классифицировать его по условиям формирования и геохимической специализации как "палладий-платиновое в концентрически-зональном лакколитообразном мафит-ультрамафитовом интрузивном комплексе, сформированном в относительно закрытой термодинамической обстановке - камере, образованной на контакте различных по физическим свойствам осадочных пород в ядре куполовидной складки". Предлагаемое определение расширяет географию распространения оруденения Алданского типа в связи с развитием подобных рудопоявлений как на платформах, так и в геосинклинальных областях.

ДВИМС, Хабаровск

МОДЕЛЬ РЕЦИКЛИНГА И КОНВЕКЦИОННАЯ СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ СКАРНОВЫХ МАГНЕТИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЯСОВ

Скарновые магнетитовые месторождения вулканических поясов обычно связаны с вулканоструктурами, характеризуются развитием руд на контакте алюмосиликатных и карбонатных пород, нередко отмечается их связь с интрузивами, в строении их рудных полей участвуют субвулканические и эффузивные тела порфиров, широко проявлены метасоматические преобразования пород.

Типовая метасоматическая колонка скарновых железорудных месторождений между неизмененными алюмосиликатными породами и известняками включает последовательно развитие зоны альбитовых и скаполитовых метасоматитов, пироксен-гранатовых скарнов и магнетитовых руд. В работах ряда исследователей показано, что компоненты, выносимые при осветлении пород (железо, магний и др.) должны участвовать в формировании скарнов и руд магнетитовых месторождений, что подтверждается анализом баланса вещества. Перенос фемических компонентов в скарново-рудные зоны приводит к возрастанию здесь концентрации вещества и повышению плотности за счет соответствующей деконцентрации в близскарновых зонах. Это показывает закономерную однонаправленную схему развития метасоматической колонки.

Основным источником рудоносных и метасоматирующих растворов являлись морские или захороненные морские воды. В обычном состоянии они нейтральны и потому не активны, однако нагрев в сфере теплового воздействия магматических инъекций в совокупности с привнесением глубинных флюидов значительно повышает их реакционную способность. Взаимодействие растворов с вмещающими породами приводит к проявлению альбитизации и скаполитизации. В результате в раствор переходит выделенное железо. При достижении растворами существенно карбонатных пород — геохимического карбонатного барьера — происходит формирование скарнов и магнетитовых руд.

Вопрос о карбонатном барьере приобретает принципиальное значение, если учесть относительное гипсометрическое положение алюмосиликатных пород, известняков и магнетитовых руд. Для большинства магнетитовых месторождений характерно формирование руд над известняками, а не под ними, что справедливо можно рассматривать как противоречие принятым представлениям о восходящих рудных растворах. Необходимо, следовательно,

признать, что железосодержащие растворы двигались сверху вниз, а не наоборот.

Энергетическим источником движения являются обычно магматические массы, прежде всего крупные интрузии. В тепловом поле интрузии обязательно возникает конвективная ячейка, состоящая из двух основных ветвей: восходящей и нисходящей. В верхней части интрузии разогретые растворы движутся вверх и в стороны от нее, а несколько ниже происходит подток остывающих растворов к интрузии. Восходящее движение растворов сопровождается альбитизацией и скаполитизацией пород, приводящих к выщелачиванию железа. Образующиеся железосодержащие растворы приобретают нисходящее движение. В результате обеспечивается длительно существующая гидротермальная система циркуляции растворов с неоднократным водообменом, сопровождающимся транспортировкой железа и рудообразованием на карбонатном геохимическом барьере. Такая модель рециклинга в наибольшей степени отражает важнейшие черты скарновых магнетитовых месторождений.

НПО "Казрудгеология", Алма-Ата

О.Д.СТАВРОВ, А.В.ПРОТОГЕНОВ, Н.Ф.КОСТЕРЕВ

НЕКОТОРЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИОТИТОВЫХ МЕТАСОМАТИТОВ ОЛОВЯННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИМОРЬЯ

Большинство месторождений олова Приморья пространственно тесно связаны с региональными биотитовыми метасоматитами — биотититами.

1. Геохимический анализ распределения калия и редких щелочных элементов в биотититах, а также в сопутствующих им магматитах, играет первостепенное значение в познании природы биотититов, их возрастного соотношения с магматизмом и их роли в процессе рудообразования. Наиболее важным индикатором является величина отношения K/Rb , поскольку калий и рубидий наиболее тесно геохимически связаны в паре: петрогенный элемент — редкий. При отделении калия от того или иного магматического источника в новообразованных минералах сохраняется генетический код в виде характерной величины отношения K/Rb . По величине отношения K/Rb биотититы в пределах полей оловянных месторождений касситерит-силикатно-сульфидной формации четко отделяются от биотититов месторождений кварц-касситеритовой формации.

2. Калий и редкие щелочные элементы, при формировании

биотититов в пределах полей касситерит-силикатно-сульфидных месторождений, привносятся в процессе образования и внедрения гранитов андезит-дацит-липаритовой формации, а в пределах рассматриваемых в докладе месторождений касситерит-кварцевой формации - редкометалльных гранитов формации интрузивных дифференцированных комплексов (по Ставрову О.Д.).

3. По величине отношения K/Rb и содержанию лития выделяются биотититы над скрытыми куполами редкометалльных гранитных массивов, что следует рассматривать как новый геохимический способ обнаружения таких куполов и соответственно прогнозирования на глубине скрытых оловорудно-редкометалльных месторождений.

ВИМС, Москва

Г.В. КРЮКОВА

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗАБЫТОЕ И ЕГО МОРФО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

В последние годы практика инициировала интерес к грейзеновым и кварцевожильным объектам, закономерности строения которых изучены еще недостаточно. Поэтому морфологические и генетические особенности оруденения, выступающие как основа для выработки критериев оценки продуктивности аналогичных проявлений, являются целью настоящего исследования. К числу эталонов определенного генетического типа относится месторождение Забытое, располагающееся в пределах Центрального Сихотэ-Алинского антиклинория.

Месторождение Забытое представляет часть куполовидной структуры, сложенной мезозойскими терригенными породами (биотититами), а также дайками и штоками позднемаловых гранит-порфиров, аплитов и фельзитов. Ведущий компонент руд - вольфрамит - входит, по данным В.А. Земнухова (1987), Э.М. Размахниной (1959) и др., в состав 4-х минеральных типов жил. Последние объединяются в Западную и Восточную жильные серии.

Наиболее продуктивная Западная серия оближенных жил имеет вид своеобразной зонально построенной пластины. Внешняя зона, выделяемая по замещению адуков кварцем и альбитом, картируется с трудом из-за малого количества новообразований (до 20-30%). Достаточно четко в форме пластины обособляется промежуточная полевошпат-мусковит-кварцевая зона, где метасоматические минералы превышают 50-60% объема породы. Центральная, мусковит-кварцевая с топазом и флюоритом зона, отмечает-

ся эпизодически. Восточная жильная серия по морфологии близка к линейному штокуверку и лишь на отдельных участках характеризуется проявленностью пластиноподобного тела. Все жилы локализируются в пределах промежуточной и центральной зон. Мощности жил и метасоматитов равны 0.1-0.6 (1.2) и 2.5-3.5 (5.5) м. По восстанию и по падению жильные системы переходят в штокуверки, которым присущи распылчатые границы.

Жилы и вмещающие их метасоматиты содержат однотипный набор минералов. Отличия между ними заключаются в количественных соотношениях, в форме и размерах индивидов. Парагенезисы вольфрамита, устанавливаемые по наличию индукционных поверхностей совместной кристаллизации его с кварцем, топазом, полевыми шпатами, мусковитом, циннвальдитом, флюоритом, молибденитом, арсенопиритом, касситеритом, самородным висмутом и др. свидетельствуют о длительном периоде рудообразования в рамках позднещелочной (в понимании Д.С. Коржинского) стадии гидротермального процесса. Вольфрамит в ассоциации с редкометалльной минерализацией, с молибденитом, с флюоритом и касситеритом, с сульфидами распределен в жилах крайне неравномерно.

В размещении минеральных ассоциаций отмечается зональность, близкая к концентрической (от центра к периферии): редкометалльная с молибденитом, молибденит-вольфрамитовая, касситерит-вольфрамитовая и вольфрамит-сульфидная. Часто сульфиды "проникают" в промежуточные зоны, а иногда и в ядра тел. Сравнение состава, зональности и морфологии рудных тел показывает, что восточный блок, включающий жилы Ануш, Голубая, Василинка и др., более приподнят, на поверхность выведен среднерудный уровень. В Западной серии жил вскрыты минеральные ассоциации, отвечающие верхнерудному и надрудному уровням.

Таким образом, синхронизация парагенезисов вольфрамита базируется на изучении морфологии, состава и строения рудных тел, объединении жил и грейзенов в генетически единые системы. Последнее служит основой модели месторождения, где в объеме рудных полей закреплены элементы зональности, по которой определяются параметры объектов, в том числе и их эродированности.

ДВИМС, Хабаровск

М.С.САХАРОВА, В.М.РЯХОВСКИЙ
Н.Н.КРИВИЦКАЯ, С.К.РЯХОВСКАЯ

ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ СУЛЬФИДОВ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕТОДОМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Одним из поисково-оценочных критериев перспективности оруденения и определения его формационной принадлежности наряду с его геолого-минералогическими характеристиками может служить геохимическая специализация элементов-примесей в минералах, отражающая особенности рудоотложения.

Работа основана на изучении микропримесных особенностей сульфидов ряда золоторудных, сереборудных и других месторождений Востока СССР методом локального лазерного микроспектрального анализа с обработкой аналитических данных с помощью кластерного анализа по программе "KLAN". Использовано около 800 анализов арсенопирита и пирита из месторождений разных генетических типов. При систематизации использовался эвристический метод объединения многомерной геохимической информации, при котором в один кластер (группу) попадают точки с наибольшим коэффициентом корреляции признаков, а все объединенные в отдельные кластеры анализы обладают единой геохимической характеристикой и относятся, соответственно, к конкретному геохимическому типу.

На основании проведенных исследований показано, что все проанализированные сульфиды разделяются на 9 геохимических групп (кластеров), среди которых выявляются как сквозные, характерные для разных типов месторождений, так и строго специфичные для определенного типа месторождений.

Установлено, что повышенные концентрации Ni, Sb, As, в пирите и Ni, Cu, Sb в арсенопирите можно отнести к реперам возможной золотоносности руд, а Ni - Au кластер пирита и Si - Ni - арсенопирита может служить признаком принадлежности

этих сульфидов к рудам золотого оруденения в терригенно-осадочных толщах.

Показано, что высокие концентрации серебра (с марганцем) в пирите являются типоморфными для золото-серебряных и серебро-полиметаллических месторождений. Некоторым распространенным сереброносным пирит и арсенопирит пользуются и в золото-рудных месторождениях вулканогенных поясов.

Выявлено широкое развитие кобальт- и оловоносных групп

сульфидов на ранних, как правило, допродуктивных, стадиях минералообразования.

В целом, анализ распространенности определенных геохимических групп сульфидов в месторождениях разных генетических типов и минеральных ассоциациях, связанных с различными стадиями рудоотложения, позволяет расширить и углубить поисковые признаки золотого и серебряного оруденения.

Московский госуниверситет

П.Ф.КИШКО, Ю.С.БРЕТШТЕЙН

МАГНЕТИЗМ СУЛЬФИДНЫХ РУД АРСЕНЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Круг прикладных задач, решаемых в настоящее время методами магнетизма горных пород, достаточно обширен. Петро- и палеомагнитные исследования различных минеральных ассоциаций сульфидов, в частности, показывают, что руды, содержащие пирротин, имеют достаточно высокую геолого-геофизическую информативность. Обладая специфическим набором типоморфных магнитно-минералогических признаков, они в ряде случаев позволяют выявить возрастные взаимоотношения между различными рудными объектами, а также условия их образования.

С этой целью была подвергнута изучению сульфидная минерализация разноориентированных рудных тел Арсеньевского оловянного месторождения. К ним относятся субширотные касситерито-сульфидные жилы (Новая, Турмалиновая) и хлорит-касситерит-сульфидные жилы северо-западного простирания (Февральская, Подружка, Южная, Индукционная, Фельзитовая).

В результате изучения магнитных свойств руд Арсеньевского месторождения методом термомагнитного анализа установлено, что носителем естественной остаточной намагниченности (ЕОН) в них является пирротин, представленный моноклинной и гексагональной модификациями, часто их смесями, находящимися в различных количественных соотношениях. По данным терморазмагничивания диагностируется также парамагнитный пирит, находящийся в виде тонких вростков в пирротине.

Для руд сульфидных жил были определены средние направления векторов ЕОН, которые в разных рудных телах и даже отдельных генерациях пирротинсодержащих минеральных ассоциаций в пределах одной жилы оказались различными (в том числе разной полярности), что обусловлено сложностью и длительностью процессов минералообразования, метаморфизма и переотложения

руд. В рудах субширотных жил направления векторов ЕОН в большинстве случаев отличаются и от направления современного геомагнитного полюса. Это наряду с более высокой стабильностью по отношению к переменному магнитному полю образцов сульфидных руд этих жил может свидетельствовать о первичности происхождения их естественной остаточной намагниченности.

По данным магнитометрии выявлены также различия значений удельной и остаточной удельной намагниченностей, коэрцитивной силы, разрушающего поля остаточной намагниченности и ряда других производных магнитных параметров, что косвенно указывает на своеобразие фазового состава и магнитной структуры ферромагнитных минералов в рудах разных сульфидных ассоциаций.

На основании полученных результатов можно сказать, что сложность и длительность процесса рудообразования в пределах рудного поля Арсеньевского месторождения обусловили многообразие петро- и палеомагнитных характеристик пирротинсодержащих сульфидных генераций. Присутствие в сульфидных жилах обратнонамагниченных и отличных по направлению от современного геомагнитного полюса магнитостабильных прямонамагниченных руд дает основания надеяться на возможность выделения первичных компонент намагниченности и соответственно определения относительного времени рудоотложения. Свообразие палеомагнитных характеристик и стабильность направлений векторов естественной остаточной намагниченности в рудах жил субширотного направления согласуются с выявленными ранее немагнитными особенностями методов и их минерализацией. Это указывает на возможность применения петро- и палеомагнитных параметров в качестве дополнительных критериев прогноза оруденения ввиду большой перспективности жил субширотного простираения.

ИТИГ ДВО АН СССР, Хабаровск

В.И.АЛЕКСЕЕВ, А.В.ПУТИНЦЕВ

ЗОНАЛЬНОСТЬ И ОЛОВОНОСНОСТЬ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БАДЖАЛЬСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Одним из важнейших направлений локального прогнозирования оруденения является изучение стадийности и зональности гидротермально-метасоматических образований. Исследования такого рода были проведены в северо-западной части Баджальского оловорудного района, на участке "Ось Баджала". Изученные рудо-

проявления представляют собой крутозалегающие минерализованные зоны северо-восточного простираения, образованные в эффузивных породах кислого и умеренно-кислого состава в осевой части Баджальского глубинного разлома. На участке пользуются развитием два типа гидротермально-метасоматических образований. К первому относятся регионально развитые сравнительно слабопроявленные метасоматиты пропилитовой формации, включающей следующие фации: биотитовую, биотит-актинолитовую, биотит-щелочноамфиболовую, альбит-щелочноамфиболовую и эпидитовую. Второй представлен околорудными изменениями формации турмалин-хлоритовых метасоматитов. В ее составе выделены фации грейзенов: мусковит-андалузит-кварцевая (по липаритам) и кварц-топазовая (по гранит-порфирам), а также кварц-хлорит-серицитовая, кварц-турмалиновая, турмалин-альбитовая и альбит-кварцевая фации по дацитам.

Наблюдается отчетливая смена по латерали, с запада на восток, ранних высокотемпературных метасоматитов (биотититов и грейзенов) более низкотемпературными (альбит-щелочноамфиболовыми и турмалиновыми метасоматитами), что объясняется положением погружением на восток кровли рудоносного Верхнеурмийского гранитного массива и отражает вертикальную зональность пропилитов и околорудных метасоматитов.

Изученный объект принадлежит касситерит-силикатной рудной формации. Промышленно ценное оловянное оруденение связано с турмалиновыми и кварц-альбитовыми метасоматитами. Наименее эродировано рудное тело на востоке зоны Двойной. Здесь отмечается относительно богатое оруденение, связанное с верхними частями штокверка турмалиновых и альбитовых прожилков. На глубине, при переходе к ранним кварц-турмалиновым метасоматитам и грейzenам, оруденение, вероятно, разубоживается.

Важно отметить пространственную совмещенность оловорудных метасоматитов и дорудных сильнопроявленных биотититов. Наиболее богатое оруденение на востоке зоны Двойной контролируется верхней границей зоны биотитизации.

Таким образом, изучение зональности гидротермально-метасоматических образований позволяет оценить перспективность оруденения и его распределение по вертикали и на флангах.

Ленинградский горный институт

В.Е.КИРИЛЛОВ

ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЦЕССОВ МЕТАСОМАТОЗА В ПРЕДЕЛАХ КУЙДУСУНСКОЙ ВУЛКАНОГЕННОЙ ВПАДИНЫ

Куйдусунская вулканогенная впадина представляет собой часть Западно-Охотской фланговой зоны Охотско-Чукотского окраинно-континентального вулканогенного пояса. В формировании впадины большую роль играют игнимбриты, образовавшиеся в результате крупных объемных извержений кислой и умеренно кислой магмы через аппараты трещинного типа.

Специфика вулканизма (объемные извержения и быстрые их затухание) повлияла на своеобразие поствулканических процессов. Последние проявились на завершающих этапах магматической активности вслед за внедрением интрузивных и экструзивных образований и локализовались преимущественно в пределах относительно долгоживущих вулканических сооружений. Такие вулканотектонические структуры (ВТС) размещались вдоль наиболее крупных магмаконтролирующих структур. Окружающие ВТС обширные поля игнимбритов и спекшихся туфов почти "стерильны" в отношении поствулканических метасоматических изменений.

В пределах всех известных ВТС процессы изменений проявились вблизи или в самих экструзивных и субвулканических породах и развивались по однотипной схеме с некоторыми вариациями, закономерно сменяя друг друга во времени. Последовательность формирования метасоматических формаций рисуется в следующем виде:

1. Високотемпературные автометасоматические фельдшпатолитовые (калишпатолитовые) преобразования в лавовых потоках, субвулканах и экструзиях.

2. Аргиллизитовые (преимущественно, гидрослюдистые) изменения как фузарольно-сульфаторные, так и околотрещинные.

3. Фельдшпатитовые (альбитовые, кварц-адуляровые) метасоматиты. Проявились локально вдоль отдельных крупных тектонических нарушений.

Очевидно, что все метасоматиты формировались в условиях высокой активности К или Na. Из описанных метасоматических формаций процессы рудообразования связаны с двумя последними.

Гидрослюдизация в вулканитах представлена, главным образом, гидросерицитовой фацией. В пределах глубоко эродированных сооружений появляется сколит (ВТС в среднем течении р.

Ульбеи) и селадонит (вулканические игнимбритовые аппараты в западной части Нилгысской грабен-синклинали). С гидрослюдизацией связаны проявления и рудопроявления молибдена, висмута, серебра.

Фельдшпатизация проявилась в образовании кварц-адуляровых метасоматитов и натровых метасоматитов (эйситов). С первыми связано формирование рудопроявлений молибдена, серебра, золота, с эйситами — проявления свинца, цинка. Диагностика наличия апоэффузивных фельдшпатолитов, эйситов и широкой распространенности селадонитизации в восточной части Охотского массива проведена впервые.

ИГО "Таягеология", Хабаровск

М.С.ШНАЙДЕР, А.А.ШНАЙДЕР

ПАЛЕОМОРФОЛОГИЯ ГРАНИТНОГО МАССИВА МАЯК И ПЕРСПЕКТИВЫ ОЛОВОНОСНОСТИ МАЯКСКОЙ РУДОНОСНОЙ ПОЛОСЫ

Гранитный массив Маяк относится к числу наиболее крупных в Омсукчанском районе (Приколымье). Он располагается среди толщ триаса в западном борту Балыгычано-Сугойского грабенподобного прогиба, приурочиваясь к зоне глубинного Маяк-Булуурского разлома. По данным С.И.Филатова (1965), тело массива имеет плитообразную форму и падает на восток под углом 30-60°. На дневную поверхность оно выходит в виде ряда выступов, вытягивающихся цепочкой в субмеридиональном направлении почти на 40 км. Размеры выступов от южного фланга массива к северному закономерно уменьшаются от 10 км до нескольких сот метров в поперечнике. Этот факт, а также развитие к северу от массива постепенно сужающейся полосы ороговикования вмещающих пород, плюс данные геофизических исследований, привели омсукчанских геологов к выводу о том, что массив погружается к северу и его слепой северный фланг протягивается еще не менее, чем на 15-20 км.

К массиву Маяк тяготеет большая группа рудопроявлений и несколько месторождений олова. Менее здесь развиты проявления вольфрама, полиметаллов. Подавляющая часть гидротермальных проявлений сосредоточена вдоль пологого восточного контакта гранитного массива, над его висющим боком. Прослеживаются они отдельными группами и далее к северу — над слепой частью массива, образуя в целом относительно узкую субмеридиональную зону, называемую омсукчанскими геологами Маякской рудной по-

лосой.

По представлениям С.И.Филатова (1965), Ю.С.Бочарникова и др. (1976), тело интрузива Маяк серий с субпараллельных северо-восточных разломов разорвано на пять блоков, которые последовательно (от южного к северному) испытали погружение с одновременным горизонтальным смещением на северо-восток. Если реставрировать первичную морфологию интрузива, мысленно "сдвинув" блоки в их первоначальное положение, получаем, что массив имел в плане форму сильно вытянутого эллипса, длинная ось которого была ориентирована на северо-запад. В северо-западном направлении протягивалась первоначально и Маякская рудная полоса.

Элементарные расчеты показывают, что амплитуды относительных горизонтальных перемещений тектонических блоков вдоль северо-восточных разломов, в результате которых массив приобрел современную форму, были от одного до семи километров. Вместе с гранитами блоковым перемещениям, естественно, подверглись и толщи вмещающих осадочных и вулканических пород. Очень важно подчеркнуть, что перемещения произошли уже в пострудное время, ввиду чего и Маякская рудная полоса была расчленена на отдельные фрагменты, сдвинутые относительно друг друга. Различные амплитуды вертикальных перемещений тектонических блоков обусловили различную глубину их современного эрозионного среза, а отсюда — и различную глубину эрозии рудных зон в Маякской полосе. И отличие состава минерализации в различных проявлениях являются не следствием развития здесь разных формационных типов оруденения, а отражением вертикальной зональности, типичной для касситерит-силикатных объектов в данном районе. Судя по характеру зональности, выявленной на Охотничьем оловорудном месторождении, развитие здесь проявления полиметаллической минерализации характеризуют верхние (фронтальные) уровни рудных зон. На глубине они должны смениться оловянным оруденением. Это необходимо учитывать при постановке поисково-разведочных работ в Маякской рудной полосе.

ДВИМС, Хабаровск

Б.О.ИВАНЮК, И.Б.КАРАБАЕВ, В.Г.ПОНОМАРЕВ
ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЧУКОТКИ

Эндегенные редкометалльные месторождения касситерит-кварцевой и касситерит-силикатной формации размещаются в северо-западной части перивулканической зоны Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП). Формирование рассматриваемых месторождений тесно связано с тектоно-магматической активизацией мезозой Чукотки и развитием ОЧВП. Металлогенический анализ и изучение условий образования редкометалльных месторождений позволили установить основные качественные и количественные характеристики их локализации.

В региональном плане месторождения располагаются в структурах первого порядка — антиклинариях, синклинариях и поздне-геосинклинальных прогибах. Положение рудных полей контролируется узлами пересечения глубинных субмеридиональных и субширотных разломов. Основное металлогеническое значение имеют разрывы северо-восточного (Иультин, Светлое) и северо-западного (Валькумей, Экуг) простираний. Максимум оруденения на месторождениях касситерит-кварцевой формации приурочен к рудовмещающим разрывам северо-восточного направления (Иультин, Светлое), в меньшей степени — северо-западного (Иультин, Экуг), субмеридионального и субширотного (Иультин, Экуг). Рудовмещающие структуры на месторождениях касситерит-силикатной формации имеют преимущественно субмеридиональное простирание (Валькумей, Янрапаак).

Общей чертой месторождений обеих формаций является их тесная пространственно-генетическая связь с гранитоидным магматизмом. Дифференциация магм в процессе становления массивов привела к накоплению редких элементов в расплавах поздних фаз, что в конечном счете определило условия формирования редкометалльного оруденения. Развитие и становление гранитных интрузий оказали определяющую роль на структурно-морфологические особенности рудных полей и места локализации промышленного оруденения. В зависимости от удаленности месторождений по отношению к куполам лейкократовых гранитов выделяется три типа пространственных связей: непосредственная, промежуточная, отдаленная. Непосредственная связь отчетливо проявлена в локализации оруденения в надинтрузивных зонах и эндоконтактах гра-

нитных куполов (Иультин, Светлое, Солнечное). Для оруденения, пространственно размещенного в гранодиоритах ранней фазы магматизма и удаленного от гранитных куполов до 1 км, характерен промежуточный (Валькумей), а удаленных от лейкократовых гранитов на расстояние 1-2 км - отдаленный тип связи.

Зональность редкометалльных месторождений в значительной степени определяется типом пространственной связи с лейкогранитами. На месторождениях с непосредственной связью, формирующихся при одноактном выполнении рудовмещающих трещин, проявлена прямая вертикальная или слабонаклонная зональность. Обратная полого склоняющаяся по направлению к предполагаемому куполу гранитов зональность характерна для месторождений с промежуточным типом связи и телескопированием минеральных ассоциаций. Для месторождений с отдаленным типом связи наблюдается слабо выраженная прямая вертикальная зональность.

Термобарогеохимические исследования показали, что месторождения касситерит-кварцевой и касситерит-силикатной формаций образованы в близких P - T -параметрах ($500-120^{\circ}\text{C}$ и $100-10\text{МПа}$). Продуктивная касситерит-кварцевая ассоциация обеих формаций отлагалась из гидротермальных растворов при $480-320^{\circ}\text{C}$ и $80-30\text{МПа}$. Составы растворов, формировавших разноформационные месторождения, довольно резко отличались. Для касситерит-кварцевой формации устанавливаются следующие ряды убывания концентраций компонентов: $\text{Na} \rightarrow \text{K} \rightarrow \text{Ca} \rightarrow \text{Mg}$, $\text{HCO}_3 \rightarrow \text{Cl} \rightarrow \text{F} \rightarrow \text{SO}_4$, а касситерит-силикатной - $\text{Ca} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{K} \rightarrow \text{Mg}$, $\text{Cl} \rightarrow \text{HCO}_3 \rightarrow \text{SO}_4 \rightarrow \text{BO}_2 \rightarrow \text{F}$.

Филиал ХПИ, Магадан

П.А.КОТОВ, А.А.ЧЕРЕПАНОВ

О СВЯЗИ ФЛЮОРИТОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЗАБАЙКАЛЬЯ

С ПЛУТОНО-ВУЛКАНИЧЕСКИМИ ПОЯСАМИ

Мнение о парагенетической связи эпitherмальных флюоритовых месторождений Забайкалья с вулканическими комплексами высказывалось отдельными исследователями еще в конце 50-х, в начале 60-х гг. Позднее был сделан вывод о приуроченности этих месторождений к Западно-Забайкальскому и Восточно-Монгольскому вулканическим поясам, относимым А.А.Ивановой и А.Д.Щегловым к эпигоргенным (стадия автономной тектоно-магматической активизации - ТМА).

Флюоритовые месторождения региона, сформированные в ин-

тервале времени поздняя юра - ранний мел, сосредоточены в двух протяженных флюоритовых поясах северо-восточного простирания - Забайкальском и Монголо-Забайкальском. Контуры последних близко совпадают с границами названных вулканических поясов, в которых раннемезозойские эффузивные образования приурочены к вулканогенным наложенным прогибам, а позднемезозойские - к наложенным впадинам, выполненным главным образом, терригенными, реже вулканогенными образованиями, а также к эффузивным полям. В пределах вулканических поясов, помимо эффузивных, распространены и мезозойские интрузивные образования - массивы, штоки, дайки. При этом в Западно-Забайкальском поясе и на его продолжении к СВ в полосе протяженностью более 1300 км известны раннемезозойские интрузии щелочных гранитоидов (атхинский, нерчуганский комплексы и др.), которые Е.А.Нечаева выделила в самостоятельный плутонический пояс. Таким образом, вулканические пояса, с которыми пространственно ассоциируют флюоритовые месторождения Забайкалья, фактически плутоно-вулканические.

Исходя из нередко значительной разобщенности магматических и рудных образований, а также большого (до 10 млн. лет и более) разрыва во времени между магматической и гидротермальной деятельностью, логично считать связь флюоритового оруденения с магматизмом отдаленной парагенетической. Вместе с тем месторождения флюорита пространственно связаны с различными геологическими образованиями - индикаторами позднемезозойской ТМА: грабен-синклиналями, интрузиями и т.д. Соотношение различных по запасам руд месторождений, обобщенных (не далее 5-6 км) с позднемезозойскими интрузиями и эффузивами, терригенными породами впадин и дайками показано в таблице:

Месторождения	Количество месторождений, пространственно обобщенных с различными образованиями						
	интр. (И)	эфф. (Э)	терр. (Т)	И+Т	Э+Т	дайки	всего
Крупные и средние	I	4	2	I	-	I	9
Мелкие	I	9	3	-	I	4	18
Непромышленные	10	8	11	2	I	6	38
Итого:	12	21	16	3	2	11	65
То же, %	18	32	25	5	3	17	100

Как видно из таблицы, с эффузивами пространственно ассоциирует примерно треть всех месторождений, в том числе половина общего числа промышленных. Следовательно, вероятность выявления новых промышленных объектов, пространственно связанных с вулканическими образованиями, вдвое больше. Повышенно благоприятны на флюоритовое оруденение позднемезозойские впадины и их борты. К ним приурочено более 60% месторождений. Удаленные от впадин месторождения локализованы в зонах разломов глубокого заложения, в которых располагаются дорудные интрузивные, прерудные кварцевые и флюоритовые тела.

ЗабНИИ, Чита; ДВИМС, Хабаровск

Ю.Ф.МОРОЗ, В.М.ЕРКИН

СВЯЗЬ БЛИЗПОВЕРХНОСТНОГО ОРУДЕНЕНИЯ С ГЛУБИНЫМ СТРОЕНИЕМ И ЗОНАМИ ПОВЫШЕННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-КАМЧАТСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЯСА

Центрально-Камчатский вулканический пояс (ЦКВП), приуроченный к Главному Камчатскому глубинному разлому, проходящему по оси полуострова Камчатки, является крупной кайнозойской наложенной структурой орогенного типа. В пределах ЦКВП широко развито близповерхностное оруденение преимущественно золото-адуляр-кварцевой формации (по классификации Н.А.Фогельман). Общее рудоконтролирующее значение имеют зоны поднятий в собственно подстилающих вулканы верхнемеловых образованиях. Практически все рудопроявления локализованы в пределах поднятых блоков в зоне длительно существующего Главного Камчатского глубинного разлома.

Наибольшая частота встречаемости рудопроявлений характерна для приподнятых блоков ЦКВП с глубиной залегания верхнемелового фундамента от +1.0 до -1.0 км от уровня океана. В безрудных, относительно опущенных блоках верхнемеловой фундамент залегает на отметках от -1 до -2 км. Если рассматривать глубинное строение локальных рудоконтролирующих структур, то становится очевидным, что в пределах крупных поднятых рудонесных блоков наибольшей экстенсивностью оруденения отличаются мелкие относительно опущенные блоки (например, Карагинский вулканотектонический грабен в ядерной части Лесновского сводового поднятия).

Значительное влияние мощности верхнемелового фундамента на распределение оруденения маловероятно. Рудопроявления лока-

лизуются в блоках с мощностями фундамента от 2 до 5 км, то есть охватывающими фактически весь диапазон колебаний мощностей эвгеосинклинального субстрата ЦКВП.

Важное значение в контроле оруденения имеют глубинные аномальные зоны повышенной электропроводности земной коры, в пределах которых кровля проводящего слоя поднимается до отметок -10 и -15 км (от уровня океана) при существенном повышении суммарной продольной проводимости. Внутри подобной зоны, связанной с Главным Камчатским глубинным разломом, выделяются аномалии II порядка, отличающиеся подъемом кровли проводящего слоя до глубины первых километров с увеличением суммарной продольной проводимости в несколько раз (до 8000 см). К этим аномалиям приурочены наиболее крупные рудные узлы.

Можно полагать, что возникновение аномалий связано с длительно протекающими в зоне Главного Камчатского глубинного разлома в неогене и четвертичном периоде, процессами магматизма и гидротермальной деятельности, в результате которых происходили значительный прогрев земной коры, частичное плавление горных пород, их дегидратация, отложение электропроводящих минералов. Характерно, что указанные аномалии отсутствуют в пределах Западно-Камчатской вулканической зоны, что, возможно, связано с кратковременным проявлением в ней магматической деятельности в палеогене. Эта вулканическая зона в отличие от ЦКВП характеризуется практически полным отсутствием гидротермальных рудопроявлений вулканогенного типа.

Выявленная в ЦКВП прямая связь аномалий электропроводности высокого порядка с наиболее крупными рудными узлами может быть использована в качестве важного поискового критерия при продолжении поисковых работ в известных и прогнозируемых рудных районах.

Институт вулканологии ДВО АН СССР, ИГО
"Камчатгеология", Петропавловск-Камчатский

И.Д.НОСЫРЕВ

ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВУЛКАНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

На основании данных, полученных при изучении физико-механических свойств с поверхности и керн скважин одной из вулканотектонических структур (ВТС) Буреинского массива разработана пет-

рофизическая модель гидротермальных месторождений. В целом месторождение состоит из горных пород, характеризующихся интенсивной тектонической и гидротермально-метасоматической проработкой, аномальной по отношению к вмещающей среде. Это подчеркивает и характерные физические свойства месторождения в его пределах. При этом собственно рудные тела занимают не более 5-10% всего объема.

В пределах месторождения выделяется ряд закономерно расположенных в пространстве петрофизических зон: А - зоны рудо-локализации, Б - зоны объемной гидротермальной проработки, В - зоны линейной гидротермальной проработки. Каждая из них отличается специфическими физическими параметрами (плотностью, магнитными и электрическими свойствами и т.д.) и их соотношением. Для зоны А характерно весьма дифференцированное распределение физических свойств, зона Б характеризуется их устойчивым понижением и слабой дифференциацией, в зоне В вновь наблюдается дифференциация петрофизических параметров, связанная с наличием участков неизмененных пород.

Петрофизические зоны последовательно сменяют друг друга в направлении от рудоносной части месторождения к периферии, причем весьма отчетливо проявлена смена зон по вертикали. Изменение физических свойств наиболее связано со степенью и типом гидротермальных изменений пород в пределах месторождений (кремне-щелочной метасоматоз, аргиллизация, карбонатизация, гематитизация).

В зависимости от того, какая из петрофизических зон вскрывается на поверхности, меняется знак, интенсивность, дифференцированность геофизических аномалий над месторождением. Это позволяет приблизительно оценивать величину его эрозионного среза. Наибольший практический интерес представляет зона Б, размеры которой составляют сотни метров и которая уверенно фиксируется отрицательными аномалиями магнитного, кажущегося сопротивления, иногда гравитационного полей.

Разработанная петрофизическая модель и отвечающие ей аномалии физических полей позволяют успешнее определять расположение гидротермальных месторождений.

ИГО "Таежгеология", Хабаровск

Ю.И. МЕРКУРЬЕВ

О ФАКТОРАХ РУДООБРАЗОВАНИЯ В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЯСАХ

Различная продуктивность гидротермального оруденения и его специализация в пределах вулканических поясов и зон определяется главным образом совокупным влиянием структурного и вещественно-геохимического факторов различных уровней и рангов, обуславливая такие металлогенические особенности, как линейность или очаговость размещения участков сосредоточения рудных объектов, унаследованность, телескопирование, образование характерных рядов рудных формаций, масштабность оруденения и др.

В ходе предрудной подготовки происходит оживление и приоткрывание крупных (трансструктурных) прямолинейных разломов и узлов их сочленения, увеличение степени общей проницаемости вулканогенных толщ. В дальнейшем происходит образование специфических структурных форм выраженных дуговыми и кольцевыми разломами, структурами проседания, куполами имеющими важное рудолокализирующее значение. Для миграции рудообразующих флюидов имеет значение и компенсационные регрессивные тектонические, гравитационные и контракционные подвижки, а также слабо проявленные системы трещин, контакты пород (в том числе по формам вулканических тел), флюидальность, полосчатость и др.).

Гидротермальные растворы при движении и разгрузке используют всю систему разрывов, которые в зависимости от масштаба, морфологии и строения, степени приоткрытости на различных интервалах и глубинах могут играть различную роль: подводящих, концентрирующих, локализирующих и т.п. В близповерхностных условиях (0,5-1 км и менее) наибольшее значение для рудоотложения имеют структурные ловушки, чаще всего, представляющие собой участки брекчирования, открытые трещины и участки их сосредоточения, полости и свободное пространство на изгибах разрывов по простиранию и падений, флексур и т.п.

Для рудогенеза важное значение имеет степень дифференцированности вещества коры, обуславливающая формирование ареалов рудогенных элементов, существующих в высоком миграционно-спо-

собном состоянии. Такие участки коры выделяются значительно пониженной степенью геохимической концентрации.

Интенсивность (масштабность) гидротермального рудообразования в вулканических поясах и зонах в значительной степени контролируется тектонически-резонансными участками литосферы, характеризующимися не только многократностью дислокаций, но и приуроченностью к сопряжениям структур, отличающихся различным геологическим развитием и возрастом (пограничные участки блоков, сложенных разновозрастными геологическими формациями, участки перекрытия – наложения куполовидных структур и др.). В частности, это установлено в районах редкометального оруденения в вулканогенных формациях Средней Азии, Казахстана, Дальнего Востока.

ДВИМС, Хабаровск

Н.Н. НИКУЛИН

ГЛУБИНА ФОРМИРОВАНИЯ ОЛОВОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Вопросы глубинности рудоотложения и глубины распространения промышленного оловянного оруденения имеет большое научное и прикладное значение. В то же время они представляют одну из наиболее сложных и трудно поддающихся расшифровке проблем рудообразования.

В сравнительной оценке глубины формирования оловорудных объектов использован метод определения глубины отложения касситерита от палеоповерхности Земли по величине концентрации в нем индия. Метод апробирован на большом числе месторождений олова (Никулин, 1966–87 гг.).

Оловорудные месторождения делятся по глубинам образования на вулканогенно-плутоногенные – 500 ÷ 3000 м и на плутоногенные – 1500 ÷ 4000 м. Интервал протяженности продуктивного оловянного оруденения на глубину в рудных полях обеих групп составляет 1000 ÷ 1400 м.

ДВИМС, Хабаровск

В.Г. НЕВСТРУЕВ

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ ОБЪЕКТОВ ПО СООТНОШЕНИЯМ ЭЛЕМЕНТОВ-СПУТНИКОВ

Современные принципы систематики эндогенных золотосодержащих месторождений основаны, преимущественно, на делении объектов по минералогическим, либо структурно-формационным признакам. Использование в классификационных целях соотношений серебра и золота, а также золота, меди и молибдена (для медно-порфировых месторождений) показывает высокую информативность геохимических признаков. Деление объектов на основе единичных показателей из-за явлений конвергенции не всегда позволяет различить объекты разных формаций. Соотношения других элементов-спутников золота в литературе освещены недостаточно.

С целью сопоставления соотношений элементов-спутников для совокупности золотосодержащих объектов собрана информация о содержании элементов в рудах более 500 месторождений мира, в том числе по 150 проявлениям СССР, включая материалы автора. Только для 320 из них опубликованы данные о содержаниях золота, серебра, свинца, меди и цинка одновременно. Содержания мышьяка и сурьмы приведены для 146.

Исходя из имеющегося фактического материала и естественных геохимических ассоциаций вычислено шесть показателей:

$$K_1 = \frac{Ag}{Au}; K_2 = \frac{Pb \cdot Zn \cdot Cu \cdot Mo}{Au}; K_3 = \frac{Pb \cdot Zn}{Cu}; K_4 = \frac{Ag}{Cu}$$

$$K_5 = As + Sb; K_6 = As + Sb - 0.2Ag - 0.5Cu.$$

Содержания элементов для вычислений взяты в граммах на тонну. Числовые значения показателей позволяют представить объекты как точки в прямоугольной системе координат, осями которых являются K_1 и K_2 . Показатели $K_3 - K_4$ и $K_5 - K_6$ изображаются в виде двух векторов. Все построения проведены в логарифмическом масштабе. Детали расчетов и построений опубликованы.

На координатной плоскости месторождения образовали отчетливо разделяющиеся поля, соответствующие золото-серебряному, золоторудному и золото-редкометальному формационным рядам, а также межформационное поле в которое попадают зоны рассеянной минерализации и кларковые соотношения элементов различных пород литосферы. Линии, ограничивающие формационные ряды, в об-

чем виде описываются уравнением зависимости K_1 от K_2 :

$$\lg K_1 = \frac{1}{10} \lg K_2^e - B$$

Для нижней границы золото-серебряного ряда $B=0.079181246$; верхней границы золоторудного - $B=0.60205999$; нижней, являющейся одновременно верхней границей золото-редкометалльного - $B=2.3010299967$. Межформационное поле расположено между золото-серебряными и золоторудными месторождениями. По величине K_2 в каждом формационном ряду можно выделить убого сульфидные, мало сульфидные и сульфидные месторождения.

Генетически сходные объекты на диаграмме сближены и имеют близкие величины показателей $K_3 - K_6$ (месторождения гидротермально-осадочного типа, золото-серебряные месторождения Мексики и ОЧВ, золоторудные жилы с теллуридом и висмутом среди диоритовых интрузий и т.д.). Имеющиеся для некоторых месторождений данные показывают возможность использования методики для выделения типов руд.

Предлагаемый метод комплексного использования соотношений элементов-спутников является информативным и простым способом группировки золотосодержащих объектов. Числовое представление характеристик позволяет легко использовать ЭВМ при обработке геохимической информации.

ИГО "Дальгеология", Хабаровск

А.Ю.ПРИХОДЬКО

ОРЕОЛЫ РАССЕЯНИЯ ФЕРРОМАГНИТНОГО ЖЕЛЕЗА И МЕТОД ИХ ИЗУЧЕНИЯ

Месторождение Гакм апатит-титаномagnetитовых руд Геранского массива (Восточно-Азиатский анортозитовый пояс) представлено небольшими крутопадающими и пологозалегающими телами жилло-, линзо-, дайко- и штокообразной формы, ориентированными под различными углами к элементам первичной структуры массива. Здесь проводилось изучение магнитной восприимчивости делювия с целью обнаружения ореолов рассеяния железа, обусловленных рудными телами, по сети 100x20 м - в копушах глубиной 0.3-0.5 м - капшастром КТ-5 (Народное предприятие "Геофизика", ЧССР). В результате получены данные о распределении ферромагнитного железа в делювии месторождения. В отличие от характера распределения общего железа, выявленного по литохимическим пробам, ореолы рассеяния ферромагнитного железа более локальны и располагаются непосредственно над рудными телами.

Вопреки существующим взглядам, что фоновые значения элементов-индикаторов на рудных полях обычно очень высокие, в данном случае фоновое содержание трехвалентного (ферромагнитного) железа ниже аномального почти на порядок. Кроме того, на месторождении содержание трехвалентного железа в магнетите почти в прямой зависимости с магнитной восприимчивостью. Наличие этих фактов дает возможность применения капшастрии делювия с целью обнаружения и локализации выходов рудных тел к поверхности по содержанию ферромагнитного железа.

На всех зонах месторождения горными выработками были вскрыты рудные тела именно в пределах аномалий магнитной восприимчивости делювия. Магнитное поле, в свою очередь, не дает таких однозначных результатов. Причина неоднозначности истолкования магнитных аномалий - в сложном строении рудных тел, в различном расположении (в плане) центра магнитных масс относительно выходов их к поверхности. Следовательно, данные капшастрии делювия дают возможность разбраковки магнитных аномалий на обусловленных поверхностных и глубоко залегающих рудных объектах.

Кроме обнаружения рудных тел, площадная съемка магнитной восприимчивости делювия дала возможность проведения геокартирования по этому параметру. Дифференциация по магнитной восприимчивости анортозитов, габбро-анортозитов, гранодиоритов обуславливает различную магнитную восприимчивость делювия над этими комплексами пород. Построенные границы между ними практически совпадают с данными геологической съемки и, возможно, лучше отражают действительную картину, т.к. геологическая карта построена с некоторой долей условности из-за плохой обнаженности района.

Таким образом, физико-географические и геологические условия создали такое распределение ферромагнитного железа в делювиальных отложениях, по которым можно судить однозначно о перекрытых ими разностях пород и руд.

ИГО "Дальгеология", Хабаровск

В.И. ГОНЧАРОВ, Н.Е. САВВА,
О МЕХАНИЗМЕ ФОРМИРОВАНИЯ АГАТОВЫХ ВЫПОЛНЕНИЙ
В ВУЛКАНИТАХ СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР

На Северо-Востоке СССР известны десятки месторождений и проявлений агатов, которые приурочены к структурам Охотско-Чукотского вулканогенного пояса и контролируются полями распространения разнообразных по возрасту (от D_{2-3} до К-Р) и составу (от андезитов-базальтов до липаритов) вулканоплутонических формаций.

Морфология агатовых обособлений зависит от состава вмещающих вулканитов. В основных эффузивах образуются миндалины, выполняющие газовые полости в породах, в средних и кислых - литофизы, появление которых связывается с пульсирующей кристаллизацией сферолитов.

В строении миндалин и литофиз принимают участие, главным образом, различные формы кремнезема (кварц, в т.ч. аметист, морион, раухтопаз; кристобалит, кварцин, опал), а также карбонаты (кальцит, манганокальцит, родохрозит и др.). Иногда встречаются силикаты, сульфаты, сульфиды. Широко распространены гидроокислы железа, часто определяющие цветовую гамму агатов.

Большинство агатовых выполнений массивные, густоокрашенные со слабопроявленным и невыразительным рисунком. Вместе с тем, часто встречаются концентрически-зональные и параллельно-слоистые образования. Особо эффектными выглядят полости со сложно чередующимся текстурным выполнением.

Месторождения агатов характеризуют заключительные фазы развития магматогенно-гидротермальных систем, сопряженных с формированием вулканоплутонических комплексов. Связь их с эффузивами указывает на приповерхностный уровень формирования.

Минералообразование в основном осуществлялось из слабокислых гетерогенных высокодисперсных и высокоподвижных кремнекислотных растворов в обстановке периодического изменения T, P , pH растворов. Разрушению коллоидов и осаждению гелей кремнезема способствовали электрохимические явления. Положительно заряженные водные окислы Fe, Al и др. металлов, располагаясь на поверхности полостей выполнения и притягивая к себе отрицательно заряженные глобулы кремнезема, приводят на начальном этапе к концентрически-зональному выполнению пустот. В дальнейшем разрушение

коллоидов идет под воздействием электролитов и осаждение уже продолжается по механизму гравитации. Происходит образование онисков. Быстрое выпадение геля может закупорить канал поступления коллоидных растворов и поступление жидкой фазы в дальнейшем будет уже продолжаться путем диффузии растворов черезгель. Отсутствие конвекции, практически термостатированные условия способствуют образованию чистых однородных кристаллов кварца. Вскрытие по какой-либо причине полости приводит к новой стадии ее заполнения коллоидным раствором, разрушению и осаждению геля, его раскристаллизации. Таких стадий может быть две, реже больше.

Кристаллизация карбонатов в агатовых полостях также, по-видимому, происходила по механизму диффузионной кристаллизации в системе гель-раствор, но из слабощелочных растворов, обогащенных продуктами диссоциации угольной кислоты и кальцием.

Формирование полосчатости агатовых выделений следует рассматривать как результат направленных диагенетических процессов в обезвоженных силикагелях. Последовательно развивающаяся кристаллизация осажденных порций геля обеспечивает структурную неоднородность различных слоев кремнезема.

Хроматографические особенности агатов по механизму проявления могут быть сопоставлены с механизмом ритмообразования Лизеганга. Для агатовых полостей компоненты, входящие в состав, например, окислов железа, которые чаще всего определяют цветовые характеристики агатов, имеют различный источник поступления: железо извлекается из вмещающих пород, кислород же поступает вместе с растворами. Диффузия этих разнозаряженных компонентов навстречу друг к другу обеспечивает при их встрече образование окислов железа, а достижение произведения растворимости этого вещества приводит к его осаждению, т.е. образованию хроматографического ритма. Чем выше концентрация цветообразующих компонентов, тем короче дистанция между ритмами.

Наши материалы характеризуют лишь отдельные стороны в целом несомненно более сложного, чем здесь представлен, механизма образования агатов.

СВКНИИ ДВО АН СССР

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ	3
ЕВСТРАХИН В.А. Порфириновые месторождения закономерности размещения и образования.	3
СИДОРОВ А.А., ЕРЕМИН Р.А. Рудноформационные основы и прогнозирования золото-серебряного оруденения в вулканогенных поясах и перивулканических зонах.	55
БАРСУКОВ В.Л., ДУРАСОВА Н.А., КОВАЛЕНКО Н.И., РЯБЧИКОВ И.Д. Факторы накопления олова в магматических расплавах и надкритических флюидах, как основа для разработки методов прогноза оловянного оруденения.	9
ГОНЧАРОВ В.И. Проблемы вулканогенного рудообразования в структурах Востока Азии.	11
ВОЕВОДИН В.Н. Оловянное оруденение советской части Тихоокеанского пояса.	16
ТВАЛЧРЕЛИДЗЕ Г.А., ОТХМЕЗУРИ З.В., ГЕДЕЙШВИЛИ В.И. К проблеме формационной систематики гидротермальных месторождений.	19
БАЙМУХАМЕТОВ Х.Н., ЗАКИРОВ Т.З., КАРИМОВ Х.К. Генетические формации вулканогенного оруденения срединных и краевых массивов геосинклинали.	20
АНТОНОВ А.Е. Систематизация месторождений серебра для целей прогнозирования.	22
ПАВЛОВСКИЙ А.Б. Формационные и геолого-промышленные типы оловорудных месторождений.	23
СУХОВ В.И. Систематика молибденоврудных формаций на генетической основе.	25
НАРСЕЕВ В.А. Синергетические эффекты при формировании вулканических месторождений.	28
СКЛЯРОВ Р.Я. Функциональные зависимости между эндогенным и экзогенным рудообразованием, составом и объемом горных пород литосферы.	29
БУРИК В.А. Роль вмещающей среды в формировании гидротермального оруденения вулканогенных поясов.	31
КАЛИНИН А.И. Локальная геодинамика и зональность близповерхностных месторождений.	33
БАКУЛИН Ю.И. О новом подходе к оценке структуры оловорудных полей.	36

БОРОВКОВ В.П., ПОЛОЗОВ А.Е., ИГНАТЬЕВ А.Б., Закономерности геологического строения Хингано-Яуринского олово-редкометального рудного района.	38
БАНИКОВА Л.А., СУЩЕВСКАЯ Т.М., КНЯЗЕВА С.Н., СПАСЕННЫХ М.Ю., БАРСУКОВ В.Л. Условия образования минерализованных зон различной продуктивности в Комсомольском оловорудном районе.	40
РОДИОНОВ С.М. Геологические перспективы освоения олово-порфириновых месторождений.	42
ВЕДЕРНИКОВ П.Г. Группы оловорудных месторождений Сихотэ-Алиня.	43
СОТНИКОВ В.И., БЕРЗИНА А.П. Дискретно-направленное развитие медно-молибденовых рудно-магматических систем в позднепалеозойских вулканоплутонических поясах Монголии.	45
БЕРЗИНА А.П., СОТНИКОВ В.И. Флюидный режим рудно-магматических систем Монголии в вулканических поясах.	47
МИРЗЕХАНОВ Г.С. Минералого-геохимическая зональность золото-рудных полей (на примере Южного Верхоянья).	48
ОЛЬШЕВСКИЙ В.М. Структурные типы рудных месторождений перивулканической зоны северо-востока.	49
ЧЕРЕПАНОВ А.А., КОТОВ П.А., РЯЗАНЦЕВА М.Д. Флюоритовые месторождения вулканоплутонических поясов Востока СССР.	51
БУХАРОВ А.А., МУРАШКО Д.Н. Метасоматоз и оруденение Прибайкальского вулканического пояса.	53
АКБАРОВ Х.А., БЫКОВ Л.А., ТУРАПОВ М.К. Типизация и перспективная оценка вулканогенных рудных месторождений Тянь-Шаня (по данным геолого-структурного анализа).	55
ВОЕВОДИН В.Н., ОЛЬШЕВСКИЙ В.М., ВОЕВОДИНА Г.В. Новый формационный тип золотого оруденения на северо-востоке СССР.	56
ЗОЛЬНИКОВ Г.В., КРИЧКОВ А.И., РОШИН В.П. Полифазность коренных месторождений алмазов Якутии.	58
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНДОГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ	
КРЮКОВ В.Г. Типизация оловорудных объектов Хингано-Охотского пояса.	61
ПЛЯШКЕВИЧ, ПРИСТАВКО В.А. Систематизация оловорудных месторождений по их сереброносности.	62

РОДИОНОВ С.М. Соотношение олово-порфирового и медно-порфирового оруденения центрального Сихотэ-Алиня.	64
СТАВРОВ О.Д., МОИСЕЕВ Б.М., ОРЛЕНЕВ П.О., ГОРЯЧКИНА О.О. Определение формационной принадлежности оловорудных месторождений Приморья по концентрации примесных центров кварцев.	65
АНАХОВ В.В. Особенности локализации Дубровского месторождения - основа локального прогнозирования.	65
ШНАЙДЕР А.А., ШНАЙДЕР М.С. Закономерности распределения минерализации в рудных зонах Тигриногo месторождения.	67
АЛЕКСЕЕВ В.И., ЕВАНГУЛОВА Е.Б. Сравнительный анализ оловорудных объектов Верхнеурмийского рудного узла.	68
МИТРОФАНОВ Н.П., НИКУЛИН В.Н. Моноформационность оловянного оруденения в Кавалеровском рудном районе (Приморье).	70
НОВИКОВ В.П., МИХАЙЛОВАЯ М.С. Принципы типизации близповерхностных золоторудных месторождений для целей прогноза.	71
ЧАНЫШЕВ И.С. Золотое оруденение в вулканогенно-осадочном чехле активизированных срединных массивов Востока СССР.	72
ГУМЕНЮК В.А., БОЛДЫРЕВ М.В., ПЕТРОВ А.П. Структурные факторы локализации мелового оруденения в активизированных структурах Омолонского массива.	73
ФАТЬЯМОВ И.И., ХОМИЧ В.Г. К оценке продуктивности жильно-метасоматических зон с золото-серебряным оруденением (на примере месторождения Нижнего Приамурья).	75
САВВА Н.Е., ПРЕЙС В.К., ЛУШНИКОВ Л.А., БУЛЯКОВ Г.Х. Золотое и серебряное оруденение одной из ветвей Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.	77
ГАВРИЛОВ В.В. Серебряная минерализация вулканитов Северного Сихотэ-Алиня.	78
ПОПОВ В.Е., МАРКОВ К.А. Особенности скарнового оруденения вулканических поясов.	80
ЧЕРЕПАНОВ А.А. Вольфрамовое оруденение среднего Приамурья и закономерность его локализации.	81
ПРИСТАВКО В.А., ПЛЯШКЕВИЧ А.А., ГОРЯЧЕВ Н.А. Минерало-геохимические типы руд и зональность месторождения Светлое (В. Чукотка).	82

ПОНОМАРЕВ В.Г., ИВАНЮК Б.О. Совмещение разнотипной минерализации в рудном поле Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.	84
ОСТАПЕНКО Н.С. Медное и оловянное оруденение восточной части Умлекано-Огоджинского вулканического пояса.	85
ИГНАТЬЕВ А.Б., КИСЕЛЕВ Н.Н. Структурно-металлогенические особенности новых районов развития порфирового оруденения в Охотском и Западно-Сихотэ-Алинском вулканических поясах.	88
АЛИМОВ Н.А., ЛИТВИНЦЕВ В.В. Среднеглубинное золото-сульфидное оруденение в перивулканической зоне ОЧВП.	90
ВЕЛИЗАДЕ С.Ф. Типы колчеданных руд южного склона Большого Кавказа.	91
СОКОЛОВ С.В. Определение формационного типа оруденения по геохимическим данным.	93
ВРУБЛЕВСКИЙ А.А., КУПАНОВ Ю.П., КУЗНЕЦОВ Д.Н., СМОЛЕНСКИЙ С.Л. Геолого-структурные элементы Красногорского месторождения (Восточное Приморье).	94
3. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.	
АРЕВАДЗЕ Д.В., ГЕЛЕЙШВИЛИ В.И., ГОНЧАРОВ В.И., ЯРОШЕВИЧ В.З. Условия образования и источники вещества разномационных золоторудных проявлений северо-востока СССР.	95
САХАРОВА М.С., РЯХОВСКАЯ С.К. Минералого-геохимическая характеристика и особенности генезиса серебряных месторождений вулканогенных поясов востока СССР.	96
ЖУКОВ Ф.И., САВЧЕНКО Л.Т., ДЕМИХОВ Ю.Н. Формирование рудных месторождений в вулканогенных формациях (по вариации изотопов мсеры, углерода, водорода и кислорода).	97
НАРСЕЕВ А.В. Флюидный режим. Формирование и оценка рудных месторождений.	98
СИМКИН Г.С. Основные особенности минералого-геохимической зональности золоторудных полей.	99
ПЕРЕСТОРОНИН А.Е., ЖИГАЧ Л.С. Давсонитизация в вулканотектонических структурах Дальнего Востока.	101
КАЗАЧЕНКО В.Т. Роль метасоматоза в формировании золото-серебряных и полиметаллических месторождений вулканогенных поясов Востока СССР.	102

СУХОВ Л.Г., АПЛОНОВ В.С. Проблемы физико-химических условий образования промышленных типов медно-никелевых руд.	I03
ЛАЗАРЕНКОВ В.Г., БАЛМАСОВА Е.А., ШУВАЛОВ Е.А. Пространственное положение коренных типов платиноидной минерализации в расслоенных массивах перидотит-ортопироксенит-норитовой формации.	I05
ШЕВКАЛЕНКО В.Л. Обстановки концентрации металлов платиновой группы (МПГ) в офиолитовых комплексах Дальнего Востока.	I07
ШЕВКАЛЕНКО В.Л. Генетические особенности проявлений платины Адданского типа.	I08
КОБЗАРЬ К.П. Модель рециклинга и конвекционная схема образования скарновых магнетитовых месторождений вулканических поясов.	II0
СТАВРОВ О.Д., ПРОТОГЕНОВ А.В., КОСТЕРЕВ Н.Ф. Некоторые геохимические особенности биотитовых метасоматитов оловянных месторождений Приморья.	III
КРЮКОВА Г.В. Месторождение Забытое и его морфо-генетические особенности.	II2
САХАРОВА М.С., РЯХОВСКИЙ В.М., КРИВИЦКАЯ Н.Н., РЯХОВСКАЯ С.К. Выявление геохимической специализации сульфидов рудных месторождений методом кластерного анализа.	II4
КИШКО П.Ф., БРЕШТЕЙН Ю.С. Магнетизм сульфидных руд Арсеньевского месторождения.	II5
АЛЕКСЕЕВ В.И., ПУТИНЦЕВ А.В. Зональность и оловоносность гидротермально-метасоматических образований северо-западной части Баджалского рудного района.	II6
КИРИЛЛОВ В.Е. Эволюция процессов метасоматоза в пределах Куйдусунской вулканогенной впадины.	II8
ШНАЙДЕР М.С., ШНАЙДЕР А.А. Палеоморфология гранитного массива Маяк и перспективы оловоносности Маякской рудоносной полосы.	II9
ИВАНЮК Б.О., КАРАВАЕВ И.Б., ПОНОМАРЕВ В.Г. Основные параметры формирования редкометальных месторождений Чукотки.	I21

КОТОВ П.А., ЧЕРЕПАНОВ А.А. О связи флюоритового оруденения Забайкалья с плутоно-вулканическими поясами.	I22
МОРОЗ Ю.Ф., ЁРКИН В.М. Связь близповерхностного оруденения с глубинным строением и зонами повышенной электропроводности Центрально-Камчатского вулканического пояса.	I24
НОСЫРЕВ М.Ю. Петрофизическая модель гидротермальных месторождений вулкано-тектонической структуры.	I25
МЕРКУРЬЕВ Ю.И. О факторах рудообразования в вулканических поясах.	I27
НИКУЛИН Н.Н. Глубина формирования оловорудных месторождений.	I28
НЕВСТРУЕВ В.Г. Идентификация золотосодержащих объектов по соотношениям элементов-спутников.	I29
ПРИХОДЬКО А.Ю. Ореолы рассеяния ферромагнитного железа и метод их изучения.	I30
ГОНЧАРОВ В.И., САВВА Н.Е. О механизме формирования агатовых выполнений в вулканитах северо-востока СССР.	I32

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ, ФОРМАЦИОННЫЕ
И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ ОРУДЕНЕНИЯ В ВУЛКАНИЧЕСКИХ
ПОЯСАХ

ТЕЗИСЫ ПЕЧАТАЮТСЯ ПО РЕШЕНИЮ ОРГКОМИТЕТА
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ВСЕСОЮЗНОГО СОВЕЩАНИЯ
"НАУЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭНДО-
ГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ВОСТОЧНО-АЗИАТСКИХ
ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЯСАХ СССР"

Вл. 01247 Подписано к печати 17.05.88

Формат 60 x 92 1/16. Печ. Л. 6

Бумага писчая М I

Тираж 500 экз. Цена 50 коп. Заказ 7