

В МИРЕ КНИГ  
IN THE BOOK WORLD

ЛИТОГЕНЕЗ И КОЛЧЕДАНООБРАЗОВАНИЕ

За более чем полувековой период развития теории колчеданообразования установлены основные геодинамические обстановки формирования колчеданных месторождений, показана их связь с определенными вулканогенными формациями, выявлена важная роль структурных и палеовулканических факторов локализации оруденения. Фундаментальные работы посвящены гидротермально-метасоматическим и метаморфическим изменениям руд и рудовмещающих пород.

Становление общей концепции гидротермально-осадочного колчеданообразования связано с противостоянием и взаимодействием двух моделей отложения сульфидов – модели «красноморских рассолов» и модели «черных курильщиков». Эти модели, имеющие принципиально различное литологическое толкование, определяют выбор прогнозно-поисковых критериев и, соответственно, влияют на эффективность проведения прогнозно-поисковых работ на «скрытые» колчеданные месторождения.

До сих пор остается проблема создания генетической классификации колчеданных месторождений, поскольку существующие классификации основаны на косвенных слабо коррелирующих признаках (состав рудовмещающих вулканитов, химический или минеральный состав руд). Не менее остро для фундаментальной и практической геологии стоит проблема объяснения литолого-минералогического разнообразия металлоносных отложений в различных типах колчеданосных палеогидротермальных полей. Ни у кого не вызывает сомнений, что современный облик большинства древних колчеданных месторождений в значительной мере сформировался в результате постседиментационных преобразований. В результате многолетних исследований установлены признаки метаморфизма древних колчеданных месторождений. Вместе с тем, остается проблема диагностики продуктов придонного преобразования сульфидных построек, не-

редко напоминающих продукты метаморфизма или гидротермального преобразования колчеданных руд. Все эти проблемы могут быть решены комплексными литологическими методами в рамках нового направления исследований – литологии палеогидротермальных полей при анализе моделей литогенеза осадков.

В начале 2006 г. под редакцией академика А.П. Лисицына и профессора, доктора геол.-мин.наук В.В. Зайкова опубликована книга В.В. Масленникова «Литогенез и колчеданообразование»<sup>1</sup>, содержащая решение назревших генетических проблем гидротермально-осадочной концепции колчеданообразования. Автор книги – доктор геол.-мин. наук, ведущий специалист в области литологии, минералогии и геохимии рудоносных палеогидротермальных полей, подводит итоги литологических исследований колчеданных месторождений за последние 25 лет. В монографии развиваются первоначальные положения теории литогенеза колчеданных месторождений, предложенные ранее в книгах В.В. Масленникова «Литологический контроль медно-колчеданных руд» (1991), «Седиментогенез, гальмиролиз и экология колчеданосных палеогидротермальных полей» (1999). В отличие от предыдущих изданий, монография представляет собой крупное обобщение данных по литологии колчеданных месторождений не только Урала, где получены наиболее ощутимые достижения, но и результаты литологических исследований в других крупнейших колчеданосных регионах мира. Основная задача книги – представление основ единой теории литогенеза и колчеданообразования, объясняющей литолого-минералогическое разнообразие колчеданных залежей и рудовмещающих вулканогенно-осадочных отложений.

Литологические исследования колчеданных месторождений, результаты которых представлены в монографии, принесли новые данные о процессах формирования и преобра-

<sup>1</sup> Масленников В.В. Литогенез и колчеданообразование. Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. 384 с.

зования сульфидных и окolorудных металлоносных отложений. На основе объемного картирования рудных залежей, детального исследования текстурно-структурных особенностей, минералогических и геохимических особенностей руд разработан метод рудно-фациального анализа колчеданных залежей. Оригинальность подхода заключается в том, что колчеданная залежь рассматривается в первую очередь как объект литологии, состоящий из донных гидротермальных, гидротермально-биогенных, кластогенных, гидротермально-преобразованных, гальмиролитических и диагенетических рудных фаций и микрофаций. Результаты рудно-фациального анализа свидетельствуют о применимости модели литогенеза «черных курильщиков» для большинства колчеданных месторождений Урала и других регионов. Модель включает гидротермальное отложение каркасных сульфидных построек – башен, колонн, труб и холмов, которые в процессе роста и в последующий период подвергались донным и придонным преобразованиям, разрушались с формированием слоистых обломочных руд, а также продуктов их гидротермального преобразования, гальмиролиза и диагенеза.

В работе приводится подробное микрофациальное и минералого-геохимическое описание гидротермальных отложений, среди которых выделены палеогидротермальные донные корки, плиты, слоистые отложения, а также трубы – палеозойские аналоги «черных и белых курильщиков». Убедительно доказано, что литогенез этих отложений начинался уже на стадии седиментогенеза с образованием каркасных, нередко колломорфных, инкрустационных и крустификационных агрегатов. В монографии представлена наиболее полная из существующих модель литогенеза сульфидных труб палеозойских «черных курильщиков», показывающая эволюцию событий от стадии нагревания до остывания с соответствующим последовательным формированием разнообразных гидротермально-осадочных, гидротермально-крустификационных и гидротермально-метасоматических микрофаций. Установлено и обосновано явление гидротермально-осадочной дифференциации ассоциаций акцессорных минералов и элементов-примесей. Принципиальная новизна полученных результатов обусловлена не только уникальностью изученной коллекции, но и применением революционных методов микроанализа вещества, вклю-

чая LA-ICP-MS (масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой и лазерным микропробоотборником). Эти исследования принесли новые сведения по физико-химическим условиям придонного гидротермально-осадочного минералообразования.

В монографии приводятся сведения о составе и строении сульфидных тафоценозов, включающих разнообразные, в том числе и новые виды оруденелой фауны, обнаруженной в рудах колчеданных месторождений Урала, Кипра, Омана, Калифорнии и других регионов. Рассмотрены основы тафономии пригидротермальных экосистем с развитием модели придонной гидротермальной и диагенетической фоссилизации сульфидных тафоценозов. Процессы формирования палеогидротермальных тафоценозов объединены в особый гидротермально-биогенный тип литогенеза. Установлено, что содержания элементов-примесей в микрофациях оруденелой фауны последовательно уменьшаются от гидротермально-осадочной стадии к стадии диагенетического сульфидообразования. Весьма интересными являются идеи, связывающие возможность появления палеогидротермальных сообществ и сохранности сульфидных тафоценозов с литологическими и минералогическими факторами. На их основе показано, что лучшая сохранность характерна для сульфидных тафоценозов, залегающих в слаборазрушенных сульфидных холмах. Степень сохранности фауны хуже в рудных телах, подверженных в большей степени разрушению и гальмиролизу. По результатам рудно-биофациального сравнительного анализа колчеданных залежей разработан комплекс литологических и минералогических критериев прогнозирования сохранности сульфидных тафоценозов и сделан первый глобальный прогноз открытий сульфидизированной пригидротермальной фауны.

Проблема выбора модели осаждения сульфидов не может быть решена без определения генезиса полосчатых или слоистых колчеданных руд. В работе показано, что большинство слоистых руд, за исключением редких находок гидротермально-осадочных прослоев, представлены кластогенными разновидностями и продуктами их придонного преобразования. Разработана теория литогенеза рудокластических отложений, включающая стадии переотложения рудокластического материала автокинетическими потоками, повторный гальмиролиз,

диагенез и катагенез. Выявлены две главные тенденции диагенетического сульфидообразования в рудокластитах: первая приводит к обогащению сульфидных слоев цветные металлами (Cu, Zn, Pb) с концентрированием диагенетических образований халькопирита, сфалерита, теннантита, борнита и галенита; вторая тенденция связана с выщелачиванием цветных металлов и обогащением слоев пиритом, кварцем или баритом. В книге рассмотрены литологические факторы, которые определяли направления дифференциации ассоциаций минералов и элементов-примесей при гальмиролизе и диагенезе рудокластических отложений. Минералогическое разнообразие сульфидных прослоев объясняется на основе концепции кислотно-основных взаимодействий рудных и нерудных компонентов при гальмиролизе и диагенезе сульфидных осадков.

В монографии представлена принципиально новая рудно-фациальная классификация колчеданных залежей, объясняющая причины минералогического и геохимического разнообразия месторождений колчеданного семейства. В качестве основы для классификации предлагается выделять четыре рудно-фациальных типа колчеданных залежей, образующих непрерывный эволюционный ряд от слабо разрушенных сульфидных холмов к слоистым пластообразным рудокластическим телам. Показано, что в данном ряду уменьшается количество донных гидротермальных и гидротермально-биогенных фаций, место грубообломочных рудокластитов занимают мелкообломочные тонкослоистые отложения сульфидных турбидитов и продукты их придонного преобразования (диагениты и гальмиролититы), а теллуридные и сульфосенидные ассоциации постепенно сменяются сульфидно-золото-сульфосольными. Изменения соотношений рудных фаций и формы рудных тел коррелируют с различиями в режимах вулканизма и седиментации, определявшими продолжительность экспозиции сульфидных построек на дне океанического палеобассейна. Этот подход имеет большие перспективы для решения классификационных задач в пределах каждого рудно-формационного типа колчеданных месторождений. Вместе с тем, в книге акцентируется внимание на необходимость дальнейшего совершенствования критериев диагностики первичного происхождения различных типов сульфидных отложений, почти полностью утративших

исходный облик при аномальном проявлении процессов диагенеза, гидротермального преобразования, катагенеза и метаморфизма

Другой подход, представленный в книге, предусматривает литологическую типизацию вулканогенно-осадочных горизонтов, фиксирующих позицию уровней рудоотложения. Новизна подхода заключается в систематизации и сравнительном анализе составов фоновых вулканогенно-осадочных отложений и околорудных гальмиролититов применительно к различным физико-химическим обстановкам осадконакопления. Вулканогенно-осадочные горизонты образуют ряд от вулканогенно-яшмовых и вулканогенно-карбонатно-яшмовых к вулканогенно-яшмо-черносланцевым и вулканогенно-черносланцевым ассоциациям, характеризующий, соответственно, нарастание фоновых восстановительных условий литогенеза околорудных осадков. В каждой группе ассоциаций выделены разновидности по составу вулканокластического материала, от которого зависят кислотно-основные характеристики среды литогенеза. На примере большого количества колчеданных месторождений установлена корреляция составов фоновых отложений и околорудных гальмиролититов, подтверждающая правильность выбранного подхода.

Показано, что определенные разновидности фоновых вулканогенно-осадочных отложений ассоциируют с определенными типами околорудных гальмиролититов. Например, в вулканогенно-яшмовых ассоциациях среди околорудных отложений преобладают белые, серые и розовые пирит-кремнистые породы – преобразованные силициты. Гораздо реже встречаются высокожелезистые кварц-гематитовые и хлорит-гематит-магнетитовые породы, характерные исключительно для базальтсодержащих ассоциаций. Напротив, в вулканогенно-карбонатно-яшмовых ассоциациях околорудные породы, в основном, представлены высокожелезистыми оксидными металлоносными отложениями вне зависимости от состава вулканокластического материала. В рудоконтролирующих горизонтах вулканогенно-черносланцевой ассоциации место оксидно-железистых гальмиролититов в основном занимают разнообразные карбонатолиты. Сидеритовые карбонатолиты ассоциируют с вулканокластитами базальтового состава, доломитовые, родохрозитовые и кальцитовые – с породами андезитриолитового состава. Установленные корреля-

ции объясняются с позиции концепции кислотно-основных и окислительно-восстановительных взаимодействий компонентов при гальмиролизе смесей сульфидных и фоновых вулканогенно-осадочных отложений. Этот подход показывает новые перспективы для понимания литолого-минералогического разнообразия колчеданосных палеогидротермальных полей и в комбинации с рудно-фациальным подходом может служить основой для создания комби-

нированной генетической классификации колчеданных месторождений.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать вывод, что в представленной монографии не только очерчивается круг главных генетических проблем литологии колчеданных месторождений и приводятся важные научные результаты, но, в целом, открываются новые перспективы прогресса литологических исследований.

О.А. Богатиков