

СРАВНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ МАГНЕЗИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНО-УРАЛЬСКОЙ И УДЕРЕЙСКОЙ ПРОВИНЦИЙ

М.Т. Крупенин, А.В. Маслов, П.С. Козлов

Месторождения Южно-Уральской и Удере́йской (в Енисейском кряже) провинций относятся к наиболее востребованному промышленностью типу кристаллических магнезитов в осадочных карбонатных толщах. Они сравнительно хорошо изучены, кроме того, содержат объекты, которые разрабатываются в настоящее время. По этим причинам они удобны для сравнительного изучения закономерностей образования стратиформного магнезитового оруденения. Обе провинции размещены в терригенно-карбонатных толщах рифея и в геодинамическом отношении приурочены к рифтогенно-депресссионному этапу развития зоны шельфа участков соответственно Русской и Сибирской платформ. Однако развитие указанных кратонов в рифее проходило с некоторыми отличиями, которые, вероятно, и определили особенности локализации магнезитового оруденения.

Основные закономерности распределения месторождений кристаллического магнезита в карбонатных последовательностях стратотипа рифея были изложены недавно в монографии [Маслов и др., 2001] и в статье [Крупенин, 2003] и кратко сводятся к следующему. Месторождения магнезитовой провинции приурочены к мелководно-морским и лагунным карбонатным отложениям стратотипа рифея, которые формировались на шельфе восточной части Русской платформы. Оруденение стратиформное, размещено на нескольких уровнях в доломитовых горизонтах нижнего и среднего рифея, отсутствует в доломитовых толщах верхнего рифея. Вмещающие оруденение карбонатно-терригенные толщи формировались в интракратонном палеотектоническом режиме с периодическими вертикальными колебаниями фундамента, определявшими миграцию источников привноса терригенного обломочного материала. Активность тектонических движений возрастала в начале циклов и затухала к концу. Относительно быстрая терригенная седиментация наблюдалась в начальные периоды на фоне расчлененного рельефа в бортах осадочного бассейна, а более медленное карбонатонакопление на

шельфе проходило как результат пенепленизации во время стабилизации. Нижне- и среднерифейский седиментационные циклы при единой трансгрессивной направленности характеризуются следующими особенностями развития. Для нижнего рифея характерно существование обстановки рассеянного рифтогенеза с вулканогенно-терригенным осадконакоплением для начального этапа и длительное существование обстановок устойчивого карбонатонакопления в последующем, что привело к формированию известняково-доломитовых толщ мощностью до 3 км, начиная со средней части седиментационного цикла. Комплекс литолого-геохимических критериев, в том числе широкое развитие доломитов, наряду с известняками, предполагает чередование гумидных и аридных условий седиментации на мелководных карбонатных платформах. Выделяется до трех уровней локализации магнезитового оруденения в бурзянском цикле седиментации (древнее 1350 млн лет). В среднем рифее на начальном этапе в восточной части региона образовался линейный рифтовый бассейн полуграбенного типа. Карбонатонакопление в течение среднерифейского цикла не было столь длительным как в бурзании, что объясняется относительно быстрой тектонической стабилизацией и прекращением режима прогибания. Авзянский уровень (около 1200 млн лет) характеризуется наличием доломитов, красноцветных отложений и присутствием гипса, что, вместе с геохимическими критериями, также предполагает развитие аридных условий седиментации наряду с гумидными в среднерифейском карбонатном бассейне, для которого характерны и «сверхмелководные» обстановки.

Верхнерифейский седиментационный цикл заметно отличается от предшествующих циклов по общему стилю седиментации развитием крупного дельтового комплекса, сформированного в условиях активного прогибания западной части территории современного Башкирского мегантиклинория. По мере заполнения прогибающегося бассейна, произошло форми-

рование обширного перикратонного морского бассейна, в котором активное карбонатакпление протекало преимущественно в семиаридных условиях. Несмотря на присутствие в разрезе доломитов (миньярская свита), магнезиты в верхнем рифее отсутствуют.

С условиями локализации месторождений магнезита Удере́йской провинции мы ознакомились во время рекогносцировочной экспедиции на Енисейский край в августе с.г. в рамках интеграционного Урало-Сибирского проекта. Эта структура прилегает с юго-запада к Сибирской платформе. Месторождения магнезита расположены в восточной части Енисейского края и приурочены к Ангаро-Питскому синклинию в междуречье Ангары и Бол.Пита (рис. 1). Основным структурным элементом синклинония является Дашкинская брахисинклинали. Она характеризуется амагматичностью и выполнена комплексом слабо метаморфизованных терригенно-карбонатных пород, слагающих сухопитскую серию среднего рифея, а

также тунгусикскую и осянскую серии верхнего рифея. Месторождения Удере́йской провинции приурочены к сухопитской серии, непромышленная магнезитоносность известна в тунгусикской и отсутствует в осянской серии. В целом, стратиграфическая последовательность сухопитской серии выглядит так (снизу вверх): горбилокская, удерейская, погорюйская (около 1125 млн лет) [Геологическая карта, 1998] свиты терригенного состава, затем карбонатные свита карточки и алады́нская [Семихатов, 1962]. На последнюю с несогласием налегают терригенные породы тунгусикской серии, стратиграфическая последовательность которой представлена красногорской, джурской (около 955 млн лет) [Геологическая карта, 1998], серого ключа, шунтарской свитами [Пономарев, Забиров, 1988; Геологическая карта, 1998]. Промышленные залежи магнезитов приурочены к одному стратиграфическому горизонту – алады́нской свите, завершающей разрез среднего рифея, представленного сухопитской серией.

Свита карточки, выделяемая в основании этой карбонатной последовательности, представлена в регионе характерными тонкоплитчатыми пестроцветными известняками и мергелями общей мощностью 200-500 м. Магнезитоносная алады́нская свита в южной приангарской части структуры сложена доломитами, часто брекчированными, иногда с горизонтами кремней. Мощность свиты достигает 500 м. Кроме того, в некоторых разрезах алады́нской свиты в северной и северо-западных частях Ангаро-Питского синклинония отмечаются черные доломитизированные и чистые известняки. Здесь, в районе рек Талой и Киргитей, «среди

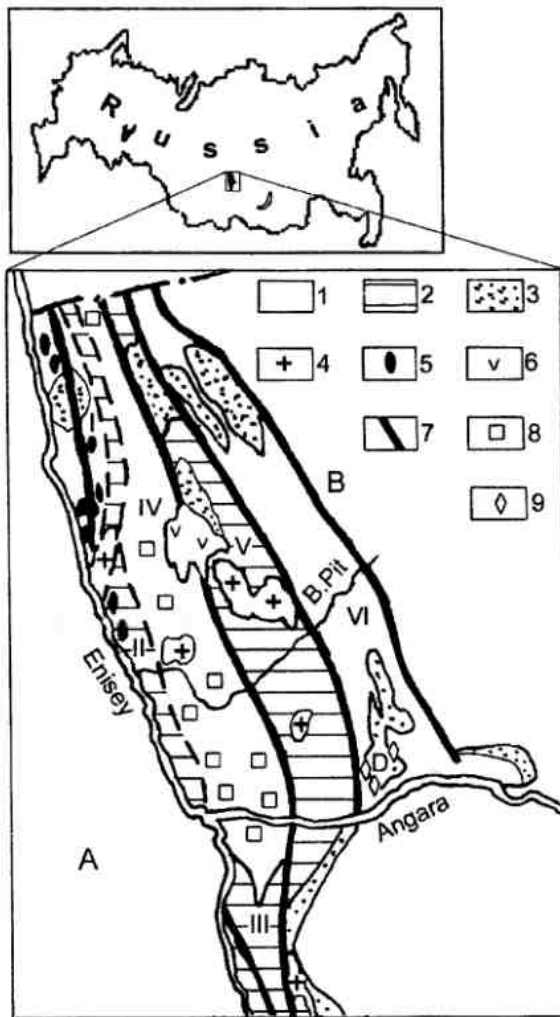


Рис. 1. Тектоническая схема размещения магнезитовых месторождений Удере́йской провинции. С использованием данных [Пономарев, Забиров, 1988; Геологическая карта ..., 1998].

А – Западно-Сибирская плита; В – Сибирская платформа; 1 – синклинии: Исаковский (I), Большепитский (IV), Ангаро-Питский (VI); 2 – антиклинории: Приенисейский (II), Ангаро-Канский (III), Центральный (V); 3 – впадины, D – Дашкинская брахисинклинали; 4 – гранитоиды; 5 – ультрабазиты; 6 – габброиды; 7 – глубинные разломы; 8 – полиметаллическая минерализация; 9 – магнезитовая минерализация.

доломитов появляются известняки, а мощность ... не превышает 300 м. Среди этих пород залегают пластовые и секущие прожилки и штокообразные тела кристаллического доломита и магнезита, иногда с тальком» [Семихатов, 1962, с. 55]. В этой же части Ангаро-Питского синклиория размещено основное количество месторождений магнезита, приуроченных к субмеридиональной полосе развития свит карточки и аладьинской, в том числе Тальское, Екатерининское, Голубое, Верхне- и Нижнекиргитейское, Мариинское, а также ряд проявлений. Вместе с Верхотуровским месторождением и проявлениями магнезита в Приангарье, Удере́йская провинция представляет собой дугу, выпуклую к юго-западу. Лишь Кардаканское месторождение и пара проявлений находятся на востоке синклиория.

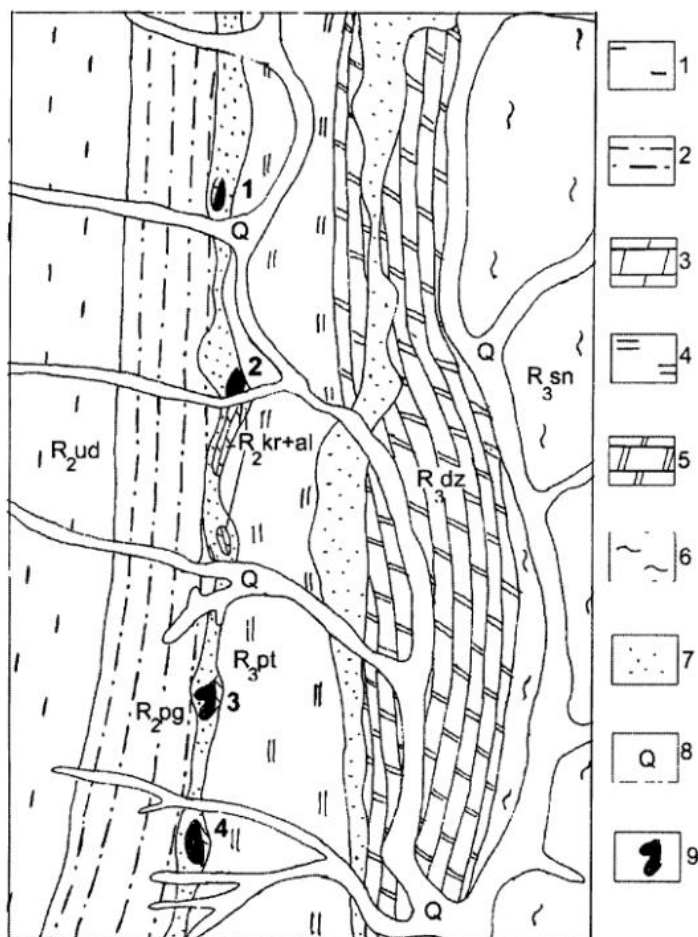
Следует отметить, что, несмотря на длительное изучение, стратиграфическая последовательность и корреляция свит сухопитской и тунгусикской серий до сих пор являются предметом дискуссии. Объясняется это не только недостаточной обнаженностью, но и контрастной фациальной изменчивостью осадочных комплексов вследствие активного палеотектонического развития региона в рифее, а также проявлением различной степени метаморфизма отложений, нарастающей к западу. Для карбонатной части разреза сухопитской серии весьма характерно закарстование, поэтому типичным явля-

ется изображение на геологических картах среднего масштаба вместо свит карточка и аладьинской палеогеновых пестроцветных глин и бокситоносных отложений. Только в локальных зонах около магнезитовых месторождений закартированы доломиты (рис. 2). Не исключено, что закарстованию подвергались в различной степени доломитизированные известняки: известно, что наиболее устойчивы к выветриванию магнезиты, наименее – известняки, а доломиты занимают в этом ряду промежуточное положение.

Глинистые сланцы красногорской свиты тунгусикской серии перекрывают магнезитоносную аладьинскую свиту с несогласием. В северо-западных районах ее выделяют в виде потоскуйской свиты. Красногорская свита сложена филлитами с хлоритоидом, кроме того, содержит прослои красных гематитовых сланцев, бурых железняков и непромышленные пласты магнетит-гематитовых руд. Мощность красногорской свиты составляет от 160 до 1100 м. Согласно залегающая на ней джурская свита имеет преимущественно карбонатный состав и

Рис. 2. Схематическая геологическая карта Киргитейской группы месторождений (по данным Ангарской ГРЭ).

1-3 – отложения среднего рифея: 1 – удере́йская свита, алевроито-глинистые сланцы; 2 – погоруйская свита, песчано-глинистые сланцы; 3 – аладьинская свита, доломиты; 4-6 – отложения верхнего рифея: 4 – красногорская свита, потоскуйская подсвита, хлоритоидно-глинистые сланцы; 5 – джурская свита, доломиты; 6 – шунтарская свита, черные сланцы; 7 – палеогеновые пестроцветные глины; 8 – четвертичный аллювий; 9 – доломиты; 10 – магнезиты. Месторождения магнезита: 1 – Арсентьевское, 2 – Мариинское, 3 – Екатерининское, 4 – Голубое.



представлена строматолитовыми доломитами с линзами кристаллических известняков, филлитов, кварцевых песчаников. Она содержит непромышленные линзы фосфоритов и проявления магнезитов [Генетические типы ..., 1984]. Мощность джурской свиты составляет 250-500 м. Шунтарская свита мощностью до 700 м имеет терригенно-карбонатный состав и сложена хлоритовидными и алевритистыми серицитовыми сланцами с линзами строматолитовых метаизвестняков. Свита Серого ключа сложена пестроцветными известково-серицит-глинистыми сланцами и водорослевыми известняками. Выше лежащая осянская серия представлена песчано-алевритовой нижнеангарской свитой с осадочными гематитовыми рудами и карбонатной дашкинской свитой, в которой преобладают флишевые сероцветные известняки.

Геотектонический режим в рифейское время на территории Енисейского кряжа определялся достаточно длительным периодом начального рифтинга и стабилизации шельфа, сменившегося в среднем рифее интенсивным растяжением [Хабаров, 1994, 2002]. Последнее сопровождалось деструкцией карбонатного шельфа, образованием локальных депрессий с гравитационным, в том числе турбидитным, осадконакоплением и вулканизмом. С раннепогорюйского времени дальнейшее развитие сопровождалось образованием различных фациальных зон в восточной и западной частях территории. В западной части структуры, вследствие разрыва континентальной коры, накапливались гемипелагические осадки и дистальные турбидиты пассивной окраины, в восточной зоне они сравнительно быстро сменились мелководными и штормовыми алевро-песчаными отложениями вследствие обмеления и проградации шельфа. В западной части началось формирование островодужной системы, вулканические образования которой сохранились в Исаковской зоне. В конце среднего и в верхнем рифее седиментация проходила в задуговом бассейне с формированием крупных циклов седиментации – верхняя часть сухопитского, тунгусского и осянского. Во время накопления двух первых из них, в западной части формировались вулканокластические и терригенные отложения, а в восточной приконтинентальной – мелководные карбонатные платформы. Магнезиты аладынской и джурской свит связаны именно с этими фациями. В осянское время процессы задугового рифтинга вновь сформиро-

вали депрессию с вулканогенно-осадочной турбидитной седиментацией в западной части и терригенно-карбонатной шельфовой в восточной части окраинного морского бассейна, который прекратил свое существование в связи с байкальской коллизией [Хабаров, 2002].

Таким образом, если в Южно-Уральской провинции магнезиты приурочены к средним частям крупных терригенно-карбонатных циклов, то сибирские локализованы в верхних членах подобных осадочных циклов: среднерифейского цикла осадконакопления, в его завершающей карбонатной последовательности (доломиты аладынской свиты), и первого верхнерифейского цикла, представленного красногорской и джурской свитами. Как отмечено А.И. Шевелевым [2003], вверх по разрезу магнезиты, а вслед за ними и доломиты, исчезают, что отражает эволюцию палеотектонического развития региона: от лагунных обстановок к мелководной части моря и мелководному морскому бассейну.

Общим моментом в распределении месторождений кристаллического магнезита для обоих регионов является приуроченность именно к тем карбонатам, которые формировались в мелководных, возможно, лагунных условиях. И наоборот, магнезиты отсутствуют в толщах, представленных преимущественно известняками, сформированными в относительно мелководных зонах шельфа или континентального склона. Вероятно, длительное существование мелководно-морских и лагунных обстановок в нижнем и среднем рифее стратотипической местности и предопределило многократное повторение в разрезе уровней, содержащих магнезитовые месторождения. Отсюда напрашивается возможная связь образования магнезита с мелководно-морскими или лагунными образованиями, в которых могли накапливаться повышенные концентрации магния в виде доломита, гидромагнезиальных карбонатов или высокомагнезиальных рассолов, из которых происходило образование магнезита уже на этапе литификации. Наиболее адекватными для формирования подобных осадков предполагаются эвапоритовые условия, обеспечивающие, за счет усиленного высаживания кальция в осадок в виде кальцита, гипса и доломита, заметное обогащение рассолов магнием. Подтверждением существования эвапоритовых условий в рифейских отложениях являются прямые находки гипса в магнезитовмещающих от-

ложениях авзянской свиты среднего рифея [Крупенин и др., 2002] и в отложениях нижнего рифея Волго-Уральской области. В нижней части агидельского седиментационного цикла (тюрюшевская свита) нижнего рифея Камско-Бельской грабенной впадины установлено широкое развитие ангидрита и гипса в виде прослоев и цемента алевроито-песчаных пород, а также отмечены пониженные значения коэффициента зрелости полевых шпатов в обломочных отложениях этого стратиграфического отрезка [Иванова и др., 2002].

Структурно-морфологические особенности магнитовых месторождений обеих провинций обнаруживают признаки сходства. На Урале магнеты образуют пластообразные и линзовидные залежи, в целом, согласные с напластованием, однако имеют тупые латеральные выклинивания, указывающие на метасоматическое магнетитобразование по твердой породе. Магнеты в отложениях нижнего рифея имеют крупно- и гигантокристаллическую структуру и, как правило, четкие, резкие контакты с вмещающими доломитами. Для среднерифейских магнетитов характерным является мелкокристаллическое сложение, постепенные переходы рудных залежей во вмещающие породы через зону вкрапленности.

Магнетитовые тела в месторождениях Удереиской провинции образуют преимущественно пластообразные, согласные со слоистостью залежи. Наблюдения на Екатерининском и Верхотуровском месторождениях магнетитов, разрабатываемых открытым способом, позволили обнаружить признаки наложенной природы магнетитового оруденения, вопреки распространенному мнению об осадочной природе данных месторождений. Выполненные нами детальные исследования строения и формы рудных тел на Екатерининском месторождении показывают эпигенетический характер магнетитового оруденения. Здесь на полого залегающую толщу доломитов накладывается крутопа-

дающее магнетитовое тело, образующее в карьере изогнутый в виде пропеллера шток протяженностью до 400 м при ширине залежи до 100 м. По представлениям П.П.Смолина [Главнейшие магнетитовые ..., 1993], такое секущее размещение рудных тел обусловлено тем, что осадочный магнетитовый ил долгое время сохранялся нелитифицированным в уже твердых доломитах и мог выжиматься между ними наподобие секущих штоков. Изучение подобных секущих магнетитовых тел на Екатерининском месторождении показало наличие в магнетите полосчатости, расположенной параллельно не слоистости, как в некоторых месторождениях, а вкrest ее, согласно направлению системы кливажа (рис. 3.). Такие особенности строения магнетитовых залежей можно объяснить только вторичным характером процесса магнетитобразования, осуществлявшимся по системе секущих трещин в результате медленной миграции Mg-содержащих растворов, приводившей к замещению доломита магнетитом. Полевое изучение показало, что направление полосчатости в магнетитах совпадает с субмеридиональным простиранием тектонических нарушений, связанных, вероятно, с формированием байкальской складчатой структуры региона (Дашкинская синклиналь как часть Ангара-Питского синклинория). Более поздние крутопадающие сдвиги субширотного простирания смещают магнетитовые тела и служат зонами проникновения железосодержащих гидротерм. В результате образуются локальные широтно ориентированные зоны брейнерита, сидерита с примесью ярко-розового талька, содержащего тонкодисперсный гематит. В месторождениях Удереиской провинции, также как и в Южно-Уральской, магнеты метасоматически развиваются по различным фациальным типам карбонатных пород: массивным, мелкослоистым доломитам



Рис. 3. Секущее положение полосчатости с субвертикальным падением в магнетитах относительно субгоризонтальной слоистости во вмещающих доломитах Аладьинская свита, Екатерининское магнетитовое месторождение, Енисейский край.

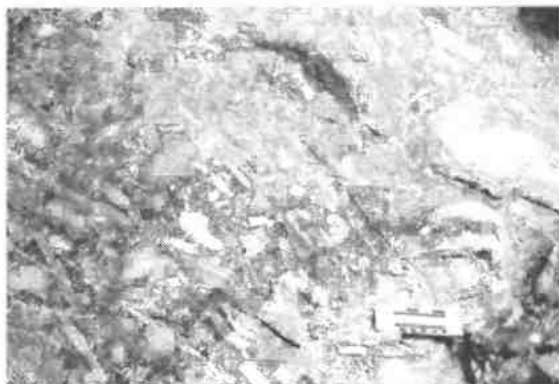


Рис. 4. Седиментационная доломитовая брекчия. Аладьинская свита, Екатерининское магнезитовое месторождение, Енисейский край

и даже седиментационным доломитовым конглобраткам.

И на Южном Урале и в Енисейском крае магнезитовые месторождения приурочены к определенным стратиграфическим интервалам. В случае Удережской провинции совершенно ясно, что растворы, содержавшие магний, не могли поступать снизу (тогда были бы доломитизированы известняки свиты карточки и в них бы также находились магнезиты) и не могли просачиваться сверху (в карбонатах вышележащей джурской свиты присутствует лишь непромышленная магнезитовая минерализация, а вышележащая шунтарская и вовсе содержит лишь известняки). В этом случае важным представляется выяснение условий накопления самих рудовмещающих доломитов. Их характерной особенностью, отмеченной еще геологами-съемщиками, является присутствие горизонтов брекчий, то есть доломитовых обломков, сцементированных доломитом же. Причем это не тектонические брекчий, характерные для зон разломов, а осадочные, поскольку цемент в них представлен таким же серым тонкокристаллическим доломитом, что составляет обломки, и

они образуют стратифицированные геологические тела. Наличие таких брекчий является характерной особенностью и южно-уральских месторождений и может быть ключом к пониманию процессов магнезитообразования. Полные наблюдения позволили выделить среди брекчий собственно осадочные, связанные с отложениями активноводных фаций карбонатных платформ, и диагенетические, связанные с деформациями при неравномерной литификации карбонатных осадков. Вероятно, первый тип брекчий указывает на формирование изолированных участков в карбонатном бассейне аладьинского времени (лагун) с повышенной соленостью и благоприятными условиями для накопления протодоломитовых осадков и формирования магнезиальных рассолов. Брекчий в данном случае являются показателем склоновых фаций мелководных карбонатных платформ, куда в результате активных волнений перемещался неокатанный обломочный карбонатный материал (рис. 4).

Другой тип брекчий может быть связан собственно с формированием метасоматических магнезитов и изменением объема пород при миграции растворов уже при литификации пород (рис. 5а, б). Происхождение зон диагенетических брекчий дискуссионно, подобные образования были рассмотрены В.Мележикиным [Melezhik et al., 2001] для тулумозерской свиты нижнего протерозоя Карелии как брекчий об-

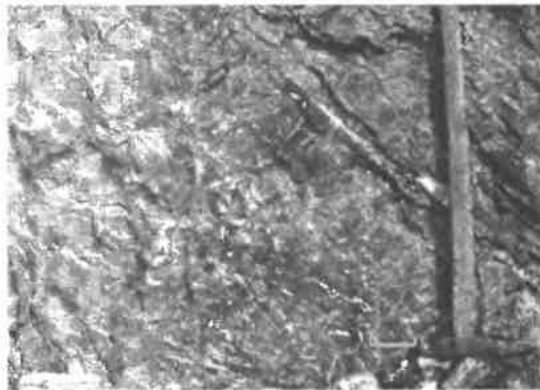
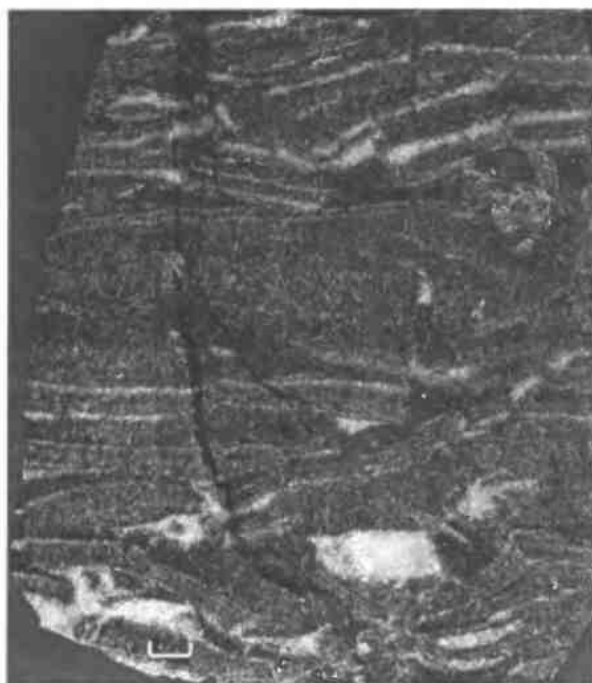


Рис. 5. а) Диагенетическая доломитовая брекчия. Аладьинская свита, Екатерининское магнезитовое месторождение, Енисейский край; б) Диагенетическая доломитовая брекчия. Саткинская свита, Саткинское магнезитовое месторождение

Рис. 6. Остроугольная или линзовидная форма гнезд вторичного белого доломита в диагенетических доломитовых брекчиях. Саткинское месторождение. Линейка 1 см.

рушения (коллапс-брекчии), образованные в результате выноса легкорастворимых эвапоритовых минералов (гипс, галит) из слаболифитизированных доломитов на этапе высокого стояния карбонатной платформы и промывания пресными водами. Возможность такого механизма подтверждается наличием перерывов в верхней части стратифицированных доломитовых горизонтов в обоих регионах. Диагенетические брекчии характеризуются наличием слабо смещенных в пространстве остроугольных обломков серого слоистого мелкокристаллического доломита и содержат гнезда, выполненные крупнокристаллическим белым доломитом. Форма этих гнезд чаще остроугольная, или в виде линз, вытянутых по слоистости (рис. 6). Вполне возможно предполагать, что гнезда такой формы представляют собой пустоты, образованные на месте выщелоченных эвапоритовых минералов. Мы располагаем образцами алевролитов с мелкими линзами ангидрита и гипса из отложений тюрюшеской свиты нижнего рифея Волго-Уральской области (рис. 7). Эти линзы, а также пластические деформации, которые возникают около них в результате про-



цессов обезвоживания гипса, напоминают аналогичные текстуры в брекчиевидных доломитах саткинской свиты (рис. 8). Нахождение текстур диагенетических брекчий в околорудных доломитах саткинской свиты на Урале и аладьинской свиты в Енисейском кряже указывает на сходство процессов, происходивших в осадках при пороодообразовании. Эвапоритовый характер магнетитовмещающих толщ Енисейского кряжа подтверждается также присутствием в них примеси флюорита как минерала, характерного для осадконакопления первых стадий эвапоритового процесса.

Роль эвапоритовых процессов в формировании месторождений кристаллических магнетитов получает в настоящее время все большее признание. Одним из первых мысль о важности эвапоритового механизма для аккумуляции в рассолах магния высказал М.А. Жарков [1991] на примере анализа галогенных формаций мира. Геохимические доказательства участия эвапоритовых растворов в метасоматическом образовании магнетита были получены в последнее время В. Прохаской путем прецизионного исследования состава галогенов во флюидных включениях карбонатных пород и руд для магнети-

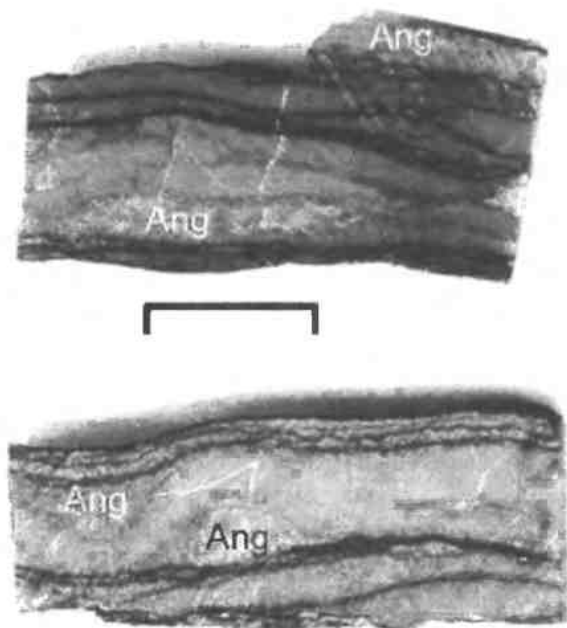


Рис. 7. Линзовидные выделения ангидрита в глинистом алевролите тюрюшеской свиты нижнего рифея Волго-Уральской области. Линейка 1 см.



Рис. 8. Текстуры внутрiformационного смятия прослоек доломита около гнезд вторичного белого доломита.

Саткинская свита, Саткинское месторождение.

товых месторождений Австрии [Prochaska, 2000], Словакии [Radvanec, Prochaska, 2001], а также и Саткинского месторождения [Kaiser et al., 2003]. Геологические наблюдения на крупнейших стратиформных магнетитовых месторождениях провинции Ляонинь в Китае также указывают на присутствие эвапоритовых прослоев (red beds) в надрудной толще и прослоев и включений ангидрита и гипса во вмещающих доломитах [Chen et al., 2003].

Предварительные выводы, полученные во время полевых работ, будут уточняться последующими минералого-геохимическими исследованиями представительной коллекции пород и руд. Необходимо оценить роль эвапоритовых процессов в накоплении магния и формировании агрессивных метасоматических растворов. Эта задача для Удере́йской провинции не решалась, поскольку месторождения рассматривались с позиций или седиментогенного магнетитообразования [Генетические типы ..., 1984; Шевелев и др., 2003], или совершенно экзотического объяснения формирования залежей кристаллического магнетита при гипергенезе [Забияка, Гусаров, 2002]. Исходя из наложенного характера магнетитового оруденения, следует также уточнить время прохождения магнезиального метасоматоза в карбонатных породах с образованием магнетита и магнезиально-железистого метасоматоза с образованием сидерита-брейнерита и, вероятно, талька. В настоящее время можно лишь предположительно связать первый процесс с миграцией магнесиенных рассолов на относительно ранних стадиях постседиментационных преобразований пород, когда катионы железа ещё не обогащали растворы. Процессы образования гидротермально-метасоматических магнезиально-железистых карбонатов связаны уже с привнесом более ме-

таморфизованных рассолов, сформированных в условиях повышенных глубин, температур и давлений. С какими геотектоническими этапами развития региона в рифее (проявление задугового спрединга, байкальская коллизия или более поздние тектонические события) следует связывать формирование магнетитовых залежей, покажет дальнейшее изучение. Сравнение с уральскими магнетитами должно помочь в определении причин формирования высококачественного магнетита Удере́йской провинции с низким содержанием изоморфного железа.

Исследования проводятся при поддержке интеграционного Урало-Сибирского проекта и гранта НШ.85.2003.5

Список литературы

Генетические типы, закономерности размещения и прогноз месторождений брусита и магнетита / П.П.Смолин, А.И.Шевелев, Л.П.Урасина и др. М.: Наука, 1984. 317 с.

Геологическая карта Енисейского края, масштаб 1:500 000 / Качевский Л.К., Качевская Г.И., Ж.М.Грабовская. Красноярск, 1998.

Главнейшие магнетитовые месторождения / Урасина Л.П., Другалева Т.А., Смолин П.П. М.: Наука, 1993. 157 с.

Забияка А.И., Гусаров Ю.В. Гипергенный фактор рудогенеза в Нижнем Приангарье // Геология и полезные ископаемые Красноярского края. Красноярск: КНИИГИМС, 2002. С. 1-15.

Иванова Т.В., Масагутов Р.Х., Лозин Е.В. Некоторые литолого-петрохимические особенности терригенных последовательностей нижнего рифея Камско-Бельской грабенной впадины и факторы, определившие ее // Терригенные осадочные последовательности Урала и сопредельных территорий. седиментогенез и литогенез, минерогенез. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. С. 73-75.

Крупенин М.Т., Ларионов Н.Н., Гуляева Т.Я. и др. Новые данные об особенностях седиментации в бассейнах авзянского времени среднего рифея // Ежегодник-2001. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. С. 43-49.

Крупенин М.Т. Геолого-геохимические и генетические различия месторождений Южно-Уральской

магнетитовой провинции // Ежегодник-2002. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2003. С. 272-280

Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З. и др. Рифей западного склона Южного Урала (классические разрезы, седименто- и литогенез, минерогения, геологические памятники природы). Т.1. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2001. 351 с.

Пономарев В.Г., Забиров Ю.А. Поисковые признаки и оценочные критерии свинцово-цинкового оруденения Енисейского кряжа. Новосибирск: ИГТ СОАН СССР. 1988. 141 с.

Семихатов М.А. Рифей и нижний кембрий Енисейского кряжа. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 241 с.

Хабаров Е.М. Фации и эволюция рифейской седиментации восточных зон Енисейского кряжа // Геология и геофизика. 1994. № 10. С. 44-54.

Хабаров Е.М., Нехаев А.Ю. Сравнительный анализ черносланцевой седиментации в рифейских бассейнах Енисейского кряжа и Патомского нагорья // Терригенные осадочные последовательности Урала и сопредельных территорий: седименто- и литогенез, минерогения. Материалы 5 Уральского литологического совещания. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2002. С. 220-222.

Шевелев А.И., Зуев Л.В., Федоров В.П. Минерально-сырьевая база магнетита и брусита России. Казань: ЗАО «Новое знание», 2003. 161 с.

Chen C.X., Jiang S.Y., Cai K.Q. et al. Geology and geochemistry of magnesite and talc deposits in the Early Proterozoic Mg-rich carbonate formations, Eastern Liaoning Province, China // International conference of mineralization in Precambrian terraces and UNESCO /TUGS IGCP 443 annual meeting and field correlation. Zhai Yu-Sheng et al. (eds). Nanjing, 2003. P. 47-53.

Melezhik V.A., Fallick A.E., Medvedev P.V. et al. Palaeoproterozoic magnesite: lithological and isotopic evidence for playa/sabkha environments // Sedimentology, 2001, 48. P. 379-397.

Prochaska W. Magnesite and talc deposits in Austria // Mineralia Slovaca. 2000. № 32, P. 543-548.

Radvanec M., Prochaska W. Successive replacement of Upper Carboniferous calcite to dolomite and magnesite in Dubrava magnesite deposit (Western Carpathians, Slovakia) // Mineralia Slovaca. 2001. № 33, P. 517-525.

Kaiser C., Prochaska W., Krupenin M. Chemistry of paleofluids forming the magnesite and siderite deposits in the Southern Urals // Mineral Exploration and Sustainable Development, Eliopoulos et al. (eds), 2003 Millpress, Rotterdam, ISBN 90 77017 77 1. P. 887-890.