

**ХРОНИКА
CHRONICLE**

УРАЛЬСКАЯ ЭКСКУРСИЯ ПРОЕКТА МПГК 443 «МАГНЕЗИТ И ТАЛЬК»

М.Т. Крупенин, В.В. Наседкин, В.Н. Сазонов

Проект 443 Международной программы геологической корреляции «Магнезит и тальк, условия образования и переработки» выполняется с 2000 года. Его целью является более глубокое понимание геологических, петрологических и тектонических процессов образования месторождений магнезита и талька, в связи с возрастающими требованиями промышленности к данным видам сырья и необходимостью более действенного мониторинга процессов добычи и переработки в соответствии с выполнением требований экологической безопасности урбанизированных территорий. Кроме того, направленность проекта на уточнение вопросов генезиса магнезитовых и тальк-магнезитовых месторождений может привести к открытию новых промышленных объектов в развивающихся странах и таким образом отвечает одной из задач ЮНЕСКО – способствовать выравниванию уровня жизни в различных регионах земного шара. В соответствии с заявленными целями, в проекте действуют несколько направлений изучения магнезитовых и тальк-магнезитовых месторождений, руководителями которых являются проф. В. Прохаска, Австрия (геология и структура), проф. М. Радванец, Словакия (геохимия, петрология и минералогия), проф. А. Гондим, Бразилия (горно-геологические условия и методы переработки сырья) и проф. Кай Кегин, Китай (геэкологический мониторинг горнорудных комплексов).

Общее руководство проектом осуществляется проф. Мартин Радванец, представляющий геологическую службу Словакии. В составе проекта действуют также национальные рабочие группы 24 стран (Австралия, Австрия, Аргентина, Бразилия, Германия, Греция, Египет, Индия, Италия, Канада, Китай, Корея, Куба, Намибия, Пакистан, Россия, Турция, Словакия, США, Украина, Финляндия, Чили, Югославия и Япония). Лидером российской рабочей группы является проф. В.В. Наседкин (ИГЕМ РАН).

Выбор темы проекта, объединившего в рамках Программы международной геологической корреляции такие минералы и полезные ископаемые, как магнезит и тальк, был не случайным. Оба минерала содержат в своем составе магний в качестве главного минералообразующего элемента. Во многих случаях месторождения талька, водного силиката магния, генетически связаны магнезитом, карбонатом магния. Подобный парагенезис наблюдается как в массивах измененных ультраосновных изверженных пород, так и в месторождениях кристаллического магнезита карбонатных толщ. Изучению закономерностей распределения обоих полезных компонентов в месторождениях различных генетических типов и посвящен настоящий проект. Кроме того, методы обогащения талька и магнезита, а также широкий комплекс экологических вопросов, связанных с рекультивацией карьеров, очисткой воздуха и воды, неизбежно возникающих при разработке, находятся в поле зрения настоящего проекта. На европейских месторождениях магнезита, прежде всего в Австрии и Словакии, а также на месторождениях тальк-магнезитового камня Финляндии, накоплен огромный опыт и разработан широкий спектр технологических приемов, обеспечивающих получение высококачественного сырья при соблюдении всех необходимых санитарных норм и требований экологов.

Одной из задач проекта является обмен опытом в производстве оgneупоров из магнезита и тальк-магнезитового камня, а также талька для различных отраслей промышленности между странами, производителями названных видов полезных ископаемых (Россия, Китай, Индия, Бразилия и др.).

Выбор Урала как одного из основных объектов экскурсий не случаен, т.к. в этом регионе совмещены высококачественные и, главное, разрабатываемые в настоящее время круп-

ные месторождения магнезита и талька. Кроме того, регион хорошо изучен и является полигоном для разработки генетических концепций образования, не только месторождений, но и крупных структурных элементов земной коры.

Ежегодная деятельность участников проекта заключается в проведении полевых экскурсий (корреляций) и научных симпозиумов в различных регионах мира по всему спектру научных и прикладных вопросов, касающихся условий образования, добычи и переработки тальк-магнезитового сырья. Кроме того, новые данные по актуальным вопросам исследований ежегодно публикуются в специальных выпусках англоязычных журналов [IGCP 443 Newsletter..., 2000, 2001, 2002].

В 2000 г. геологические экскурсии проводились на тальковых месторождениях Бразилии, локализованных в метаморфизованных карбонатно-вулканогенных толщах верхнего протерозоя (провинция Парана), в 2001 г. – на месторождениях кристаллического магнезита и тальк-магнезитовых месторождениях, приуроченных к палеозойским метаосадочным толщам Словакии (Западные Карпаты), а в 2002 г. – на магнезит-тальковых месторождениях, залегающих среди метаморфизованных ультраосновных пород архея и нижнего протерозоя Финляндии.

В 2003 г. центральными событиями проекта стало проведение двух Международных совещаний и связанных с ними полевых экскурсий. Одно, главное, Совещание проводилось в Нанкине, а экскурсии – на месторождениях магнезита и талька Ляонинской провинции в северо-восточном Китае (середина сентября). Второе, рабочее, Совещание и связанные с ним экскурсии были проведены на магнезитовых месторождениях Южно-Уральской провинции и тальк-магнезитовых месторождениях Среднего и Южного Урала.

Уральское рабочее совещание и геологические экскурсии были проведены под эгидой Российского национального комитета по Международной программе геологической корреляции (председатель Российского национального комитета академик В.А. Жариков) и двух институтов РАН: Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии, г. Москва (директор академик Н.П. Лаверов) и Института геологии и геохимии им. А.Н. Заварецкого, г. Екатеринбург (директор академик В.А. Коротеев). Проведению Совещания предшествовала тщательная подготовка. Для этого

основными организаторами экскурсий, сотрудниками названных институтов к.г.-м.н. М.Т. Крупениным и проф. В.В. Наседкиным были выбраны и дополнительно изучены наиболее интересные для демонстрации объекты на Саткинских, Бакальских и Катав-Ивановском месторождениях кристаллического магнезита, Халиловском месторождении криптокристаллического магнезита и ряде месторождений талька в окрестностях Екатеринбурга и Миасса. На основе этого был подготовлен прекрасно изготовленный сотрудником ИГЕМ РАН к.г.-м.н. Н.М. Боевой путеводитель [Magnesite and talc-magnesite..., 2003], в котором кратко описано геологическое строение, история изучения и разработки, минеральный состав руд и вмещающих пород и их геохимическая характеристика, а также основные представления по генезису объектов, предложенных для осмотра участникам экскурсии. Много времени было уделено и решению широкого круга организационных вопросов, связанных с приемом и размещением участников (В.А. Мусихина, Н.М. Боева).

Уральское рабочее совещание и экскурсии продолжались 10 дней, с 29 сентября по 7 октября. В этом мероприятии в общей сложности участвовало более 20 человек, в том числе лидер проекта проф. Мартин Радванец, представитель геологической службы Словакии Павол Грецула, один из руководителей фирмы «Мондо Минералс» Илко Тукко (Финляндия), проф. В.В. Наседкин, куратор экскурсий к.г.-м.н. М.Т. Крупенин (ИГГ УрО РАН), ученый секретарь Оргкомитета к.г.-м.н. Н.М. Боева (ИГЕМ РАН), президент ассоциации «Промышленные минералы» В.И. Лукашов (Москва), чл.-корр. РАН Н.И. Еремин (МГУ), А.В. Бархатов (ИГ КНЦ РАН), а также другие представители академических институтов Москвы, Екатеринбурга и Петрозаводска, а также ряда фирм, связанных с использованием магнезита и талька.

Экскурсия началась с рабочего совещания в Институте геологии и геохимии УрО РАН. С приветственным словом к участникам обратился директор Института академик РАН В.А. Коротеев, особо подчеркнувший, что Урал является эталоном складчатого пояса, в котором, благодаря значительному эрозионному срезу, можно наблюдать процессы и этапы, связанные с горообразованием и формированием разнообразных полезных ископаемых. Были заслушаны обзорные доклады по основным вопросам геологического строения и минерагении Ураль-

ского складчатого пояса с акцентом на закономерности распределения месторождений магнезита и талька. Последовательность процессов докембрийского седименто- и литогенеза на Урале, основанную на анализе литологических, петро- и геохимических особенностей осадочных пород, обрисовал во вступительном докладе д.г.-м.н. А.В. Маслов. Им было показано, как в течение примерно одного миллиарда лет геологической истории происходило развитие осадочных бассейнов на территории палеоконтинентального сегмента Урала, позднее вовлеченной в складчатое сооружение Уральского орогена. В раннем и среднем рифе на рассматриваемой территории преобладали интракратонные бассейны. Поздний рифей характеризовался формированием обширного перикратонного бассейна. Особое внимание докладчик уделил литолого-геохимической информации, позволяющей реконструировать состав и размещение источников сноса и палеоклимат рифея и венда. Использование современных методов реконструкции палеоклимата позволило показать, что на протяжении большей части рифея накопление осадочных отложений происходило в условиях севиаридного климата с относительно короткими периодами гумидизации в раннем и среднем рифее.

Проф. В.Н. Сазонов подробно рассмотрел узловые вопросы палеозойской истории Уральского орогена, его металлогенеза. Главная идея его доклада – каждой из проявленных в регионе геодинамических обстановок (океанического спрединга, островных дуг, субдукции океанической коры под континентальную, коллизии смежных континентальных плит с образованием базальтоидных и андезитоидных вулкано-плутонических поясов) свойственны свои структурно-вещественные комплексы, а также генетические и формационные типы оруденения (минерализации). Так, с ультрабазитами CO_X связаны месторождения хромита (с антигоритизированными их разностями – золото-магнетитовое оруденение), а с примитивными базальтоидами, локализующимися выше, – медноколчеданные кипрского типа. Ареалы развития вулканитов сопровождаются магнетит-гематитовой и гематит-марганцевой минерализацией. Островодужная обстановка обусловила формирование базит-ультрабазитовых комплексов (Платиноносный пояс), а также энсиматических вулканических поясов. С ее разнообразными вещественными комплексами сформировались тита-

номагнетитовые, Cu-Fe-V (с Au, Pd, Ag), колчеданные (различных формаций), магнетит-скарновые и Cu-порфировые месторождения. Последние, как правило, мелкомасштабные. Для обстановки активной континентальной окраины типоморфно главным образом золотое оруденение различных формаций (кварц-жильное, прожилково-вкрашенное, порфировое), редкометальное пегматитового и грейзенового типов, а также тальк-магнезитовая и тальковая минерализации. Ультрабазиты на тальк-карбонатных объектах являются матрицей (относительно насыщена дайками основного, реже кислого составов), в пределах которой интенсивно проявились би- и метасоматические процессы, обусловленные флюидом, обогащенным CO_2 , связанным с гранитоидами тоналитового состава.

М.Т. Крупенин подробно осветил в своем докладе минерагению докембрийских отложений западного склона Южного Урала, к которым приурочена Южно-Уральская магнезитовая провинция. Более детально были рассмотрены закономерности распределения и генетические признаки месторождений кристаллического магнезита. Особенностью стратотипического разреза рифея в Башкирском мегантиклиниории является относительно невысокая степень преобразования пород, отвечающая стадии глубинного катагенеза и начального метагенеза. Была показана дуалистическая природа этих месторождений, сочетающих в себе признаки осадочных и метасоматических условий формирования. На первичный характер магнезитовых залежей указывают локальное их расположение в определенных стратиграфических горизонтах карбонатного разреза, пластообразная форма, признаки раннего, относительно секущих интрузивных тел, времени формирования. Вторичными являются широко распространенные несогласные латеральные контакты рудных тел, повсеместно проявленные явления перекристаллизации, ряд геохимических отличий магнезитов от вмещающих доломитов. В образовании стратiformных месторождений сидерита, барита и полиметаллов, флюорита, приуроченных к отложениям рифея, как было продемонстрировано, существуют разные закономерности, обусловленные как особенностями седиментогенного накопления полезных компонентов, так и последующим перераспределением рудных элементов в процессе литогенеза под влиянием эпизодов тектоно-термальной активизации.

В развернувшейся вслед за докладами дискуссии сразу обозначились проблемные вопросы, касающиеся источников магния для месторождений магнезита в карбонатных толщах рифея и углекислоты для образования магнезита в месторождениях тальк-магнезитового камня в массивах ультраосновных пород.

Маршрут на Уктусский гипербазитовый массив на южной окраине Екатеринбурга (30 сентября) позволил участникам экскурсии познакомиться со строением этого дунит-пироксенитового комплекса и изучить жилы гипергенного скрытнокристаллического магнезита, локализованные в коре выветривания серпентинизированных ультрамафитов на Елизаветинском железорудном карьере. Известно, что на Среднем Урале магнезит этого генетического типа образует лишь незначительную минерализацию, благодаря, вероятно, кислому характеру подзолистого выветривания; на Южном же Урале, в зоне степей и полупустынь, имеются его промышленные месторождения, например, Халиловское, приуроченное к коре выветривания одноименного гипербазитового массива. Образцы руд и вмещающих пород с этого месторождения были продемонстрированы участникам из коллекции М.Т. Крупенина.

На Среднем Урале известны месторождения тальк-магнезитового камня, связанные с телами гипербазитов. На двух из них, Шабровском, под Екатеринбургом, и Сыростанском, около Миасса, действуют комбинаты по производству молотого талька. Образование тальк-магнезитового камня, содержащего сразу два полезных компонента, тальк и магнезит, связано с процессами метаморфизма и гидротермального преобразования массивов гипербазитов. Большинство месторождений этого типа приурочено к зоне Главного Уральского глубинного разлома. Метаморфизм гипербазитов протекал в несколько стадий. Образование лизардитовых автометаморфических и антигоритовых аллометаморфических серпентинитов по гипербазитам произошло в среднем девоне, в связи с внедрением габбро-диабазов. Образование талька по серпентинитам связывается с коллизионной стадией развития Урала и формированием гранитоидных массивов в раннем карбоне, поставляющих в проницаемые, тектонически ослабленные зоны гидротермальные растворы. На первом этапе произошло формирование талькитов по серпентинитам, затем тальк-карбонатных рассланцеванных пород.

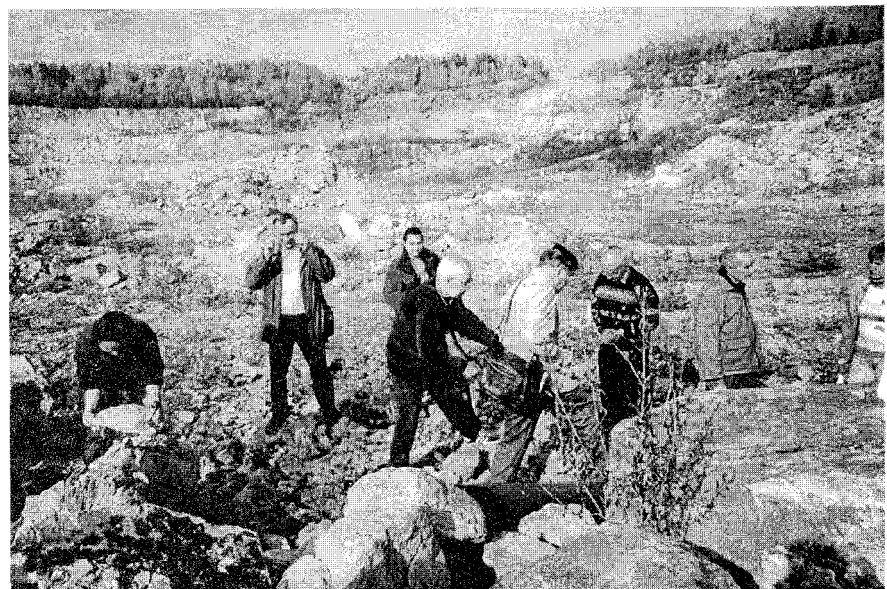
Во время экскурсии на Шабровское тальковое месторождение 1 октября (гид В.Н. Сазонов), расположенное в южной части Уктусского массива, участники экскурсии смогли наглядно увидеть все названные выше стадии преобразования гипербазитов в прекрасно обнаженных карьерах Новая и Старая Линза (рис. 1).

Благодаря вниманию, проявленному к участникам экскурсии директором Шабровского талькового комбината Д.А. Петухова и с участием геолога Л.В. Морозовой, состоялось также знакомство с флотационной технологией обогащения талька и использованием «хвостов», представленных магнезитовым песком. На предприятии комплексно решается проблема использования магнезита в качестве добавки в удобрения, в асфальтовые покрытия, для производства мягкой кровли. Прорабатывается также вопрос об использовании магнезита в качестве оgneупорного сырья, поскольку преобладающая масса его представлена низкожелезистой разновидностью с содержанием FeO около 10 %. Все эти проблемы вызвали живой интерес не только у иностранных участников экскурсии, но и представителей строительных фирм (Л.Е. Воскресенская, группа компаний «Юнис») и сотрудников некоторых академических институтов, в частности А.В. Бархатова из Института геологии Карельского НЦ РАН, который является начальником отдела методов обогащения сырья – важного направления деятельности в этом академическом институте.

Несколько иную технологию получения талька увидели участники 2 октября во время экскурсии на Сыростанском тальковом комбинате около Миасса. За счет очень мощного дробильного оборудования, здесь получают тальк-магнезитовую пудру тончайшего помола, вос требованную различными отраслями промышленности. Следует отметить, что генезис тальк-магнезитового камня на этом месторождении сходен с Шабровским. Запасы данного сырья в Уральском регионе достаточно велики, однако в настоящее время встает вопрос о нахождении специальных сортов низкожелезистого талька повышенной белизны. Требуются также специальные исследования по определению форм вхождения железа в тальк и прогнозу рудных тел с маложелезистым тальком.

Второго октября с результатами исследований и научным оборудованием Института минералогии УрО РАН участников экскурсии познакомил его директор чл.-корр. РАН В.Н. Анфи-

Рис. 1. Экскурсию в забое карьера Новая Линза Шабровского рудного поля ведет проф. В.Н. Сазонов.



логов. В тот же день всех участников экскурсий, как геологов, так и обогатителей, привели в восторг уникальные ландшафтные, живописные и минералогические экспозиции естественно-научного музея Ильменского государственного заповедника, продемонстрированные его руководителем к.г.-м.н. С.Н. Никандровым. При посещении Блюмовской копи заповедника, изучавшейся еще академиками В.И. Вернадским и А.Е. Ферсманом, участники экскурсии смогли увидеть уникальные образцы редкометальных и самоцветных минералов пегматитовых жил.

Заключительным этапом экскурсии в течение 3–6 октября явилось ознакомление с месторождениями кристаллического магнезита, локализованными в карбонатных толщах нижнего рифа. Основными объектами демонстрации здесь были Карагайское и Паленихинское месторождения Саткинского рудного поля, разрабатывающиеся ОАО Комбинат «Магнезит», а также Иркусканское и Шуйдинское месторождения Бакальского рудного поля. Гидами при их осмотре были местные геологи – Ю.А. Афонин, Д.Ж. Мосейкин, А.Е. Басов, В.Б. Кашеваров, Л.А. Филиппова и член российской национальной группы проекта М.Т. Крупенин.

И Саткинское, и Бакальское рудные поля прекрасно изучены в геологическом отношении, а обилие открытых горных выработок дает возможность наглядно увидеть уникальные по научной значимости обнажения пород в докембрийских толщах, так и взаимоотношения различных типов оруденения (магнезиты, сидерины, барит-полиметаллические руды). Магнезит

здесь относится к наиболее востребованному промышленностью кристаллическому типу сырья. На Карагайском и Иркусканском магнезитовых месторождениях экскурсантам были продемонстрированы признаки стратиформного залегания и, одновременно, метаморфогенной и метасоматической природы магнезитовой минерализации. На Шуйдинском месторождении (Петлинский карьер) были показаны зоны контактовой брусситизации, образовавшиеся при внедрении пикрит-диабазовых даек в магнезитовую залежь, что указывает на относительно раннее (докатагенетическое?) образование магнезита (рис. 2). Дискуссионными вопросами оказались, как и ожидалось, проблемы первичности магнезитового оруденения и источника магния для формирования месторождений кристаллического магнезита в осадочных толщах

Результаты изучения аналогичных месторождений Западной Европы и ознакомления с месторождениями Ляодунской провинции в Китае, о которых участникам экскурсии рассказал М. Радванец, по его мнению, указывают на связь источников магния с эвапоритовым процессом. При этом, однако, существуют различные подходы к объяснению механизма рудообразования. Одни исследователи связывают образование магнезитовых залежей с эвапоритовым осадконакоплением, другие – с эпигенетическим внедрением эвапоритовых рассолов, трети – с процессами регионального метаморфизма.

В предшествующий период проведение детального литолого-фациального анализа Бакальского (Крупенин, 1986) и Саткинского (Бу-

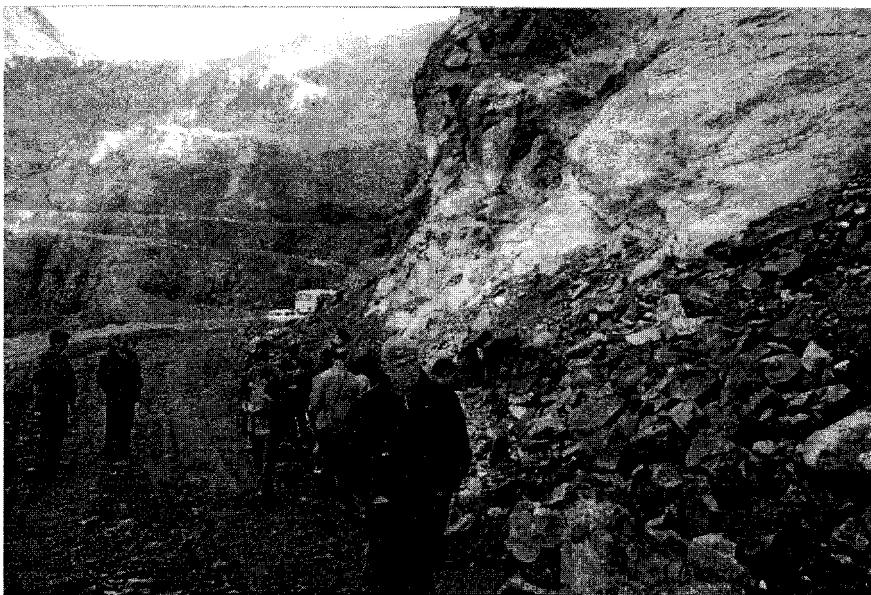


Рис. 2. Зона бруси-
тизации на контакте маг-
незита и диабазовой дай-
ки в Шуйдинском месторождении Бакальского
рудного поля.

сыгин, 1992) рудных полей показало, что магнезитомещающие доломитовые пачки формировались в мелководных лагунных условиях, в отличие от окружающих их морских известняковых. Однако, при изучении взаимоотношений магнезита с фациальными типами вмещающих доломитов установлено наличие метасоматических наложенных контактов между ними. Это явление рассматривается некоторыми исследователями как доказательство вторичной природы оруденения (Анфимов и др., 1983; Крупенин, 1986 и др.), другими – как первично осадочной, с последующим метасоматическим преобразованием в контактных частях рудных залежей (Смолин и др., 1984; Шевелев, 2003). В последние годы, при изучении флюидных микрвключений в магнезитах Саткинского и Бакальского рудных полей, М.Т. Крупениным и В. Прокхасской получены данные о связи процессов образования магнезита с эвапоритовыми рассолами. При этом вмещающие оруденение доломиты и известняки, по данным изучения флюидных включений, такой связи не имеют. Следовательно, можно предположить, что внедрение Mg-содержащих растворов (эвапоритовых рассолов) проходило в уже сформированные породы и приводило к замещению доломитов с образованием магнезитов.

Полевое изучение, отбор проб для прецизионных исследований и дискуссии непосредственно у обнажений и стенок карьеров способствовали развитию контактов между сторонниками различных генетических взглядов и взаимному научному обогащению. В частности,

словацкие исследователи проявили интерес к возможности получения новых термобарических характеристик кристаллического магнезита в процессе его образования на уральских месторождениях с помощью уникального оборудования по микрозондированию.

В завершении мероприятия в Сатке участники экскурсии посетили уникальный по сортаменту современный комплекс цехов по производству оgneупорных изделий из периклаза (MgO). Здесь производится до 90 % отечественной оgneупорной продукции для различных отраслей металлургии. Экскурсанты отметили, что на предприятии делается серьезная работа по рекультивации земель, однако, стоит важная проблема утилизации углекислого газа при обжиге магнезита. Успешное решение этой проблемы в Европе, кроме положительного экологического эффекта, приносит прибыль от получения сухого льда и жидкой углекислоты.

Благодаря вниманию со стороны администрации комбината «Магнезит» (генеральный директор А.О. Слободин, директор горно-обогатительного производства М.Н. Ковалев), руководства Бакальских рудников, Шабровского и Сыростанского комбинатов, была выполнена не только научная, но и культурная программа, в которую входили: теплые товарищеские встречи участников экскурсии и местных сотрудников, посещение прекрасного музея истории и развития производства на Комбинате «Магнезит».

Все участники экскурсии, и иностранные, и отечественные, отметили несомненную пользу

проведенного мероприятия для понимания условий формирования месторождений магнезита и тальк-магнезитового камня. Участие в подобных корреляциях способствует развитию полезных контактов между научными школами, разрабатывающими альтернативные модели магнезитообразования и представителями бизнеса, занимающимися переработкой тальк-магнезитового сырья и внедрением передовых технологий. Важно также, что обсуждаемые вопросы на деле оказались гораздо шире запланированных рамок и могут привести к развитию дальнейших контактов между учеными уральского отделения РАН и геологической службой Словакии, а также между уральскими специалистами по переработке талька и карбонатного сырья и фирмой «Мондо минералс», крупным производителем индустриальных минералов.

Следующая экскурсия, по планам руководства проекта 443, будет приурочена к геологическому конгрессу во Флоренции в 2004 г. и пройдет на месторождениях талька и эталонных месторождениях кристаллического магне-

зита в Италии и Австрии. На это же время запланировано и написание итоговой монографии по всем разделам выполняемого проекта.

Спонсорами данного мероприятия являлись Российский национальный комитет по Международной программе геологической корреляции, Президиум Российской Академии Наук, Научно-Производственная фирма «Минералы и Индустрия» и Ассоциация «Промышленные минералы».

Список литературы

IGCP 443 Newsletter No. 0 - 2000, a Special Issue of the Mineralia Slovaca, 32. P. 517–570.

IGCP 443 Newsletter No. 1 - 2001, a Special Issue of the Mineralia Slovaca, 33. P 510–580.

IGCP 443 Newsletter No. 2 - 2002, a Special Issue of the Boletim Paranaense de Geociencias, 50, 2002. Curitiba, Brasil. 150 p.

Magnesite and talc-magnesite deposits in Middle and Southern Urals / V. Nasedkin, N. Boeva (Eds.). Guidebook of extended field correlation of IGCP 443. September 29–October 7, 2003, Russia. 66 p.