

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ им. А.Е. ФЕРСМАНА
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ,
ПЕТРОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ (ИГЕМ)
РОССИЙСКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
РОССИЙСКОЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

ФЕРСМАНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Международная научная конференция,
посвященная 125-летию
со дня рождения академика А.Е. Ферсмана

10–12 ноября 2008 года

ТЕЗИСЫ

МОСКВА
2008

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Почетный президиум

Академик РАН Лаверов Н.П. – вице-президент РАН

Академик РАН Рундквист Д.В. – президент Российского минералогического общества

Академик РАН Юшкин Н.П. – научный консультант Геологического института Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Академик РАН Урусов В.С. – зав. кафедрой кристаллографии геологического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова

Академик РАН Бортников Н.С. – директор ИГЕМ РАН

Фаррахов Е.Г. – первый вице-президент Российского геологического общества

Член-корреспондент РАН Марфунин А.С. – зав. кафедрой минералогии геологического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова

Председатель оргкомитета

Д. г.-м. н., профессор Новгородова М.И. – директор Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН

Члены оргкомитета

Алферова М.С. (Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН), Аристов В.В. (РосГео), Войтеховский Ю.Л., д.г.-м.н. (директор Геологического института КНЦ РАН, Апатиты), Кузьмин В.И., к.г.-м.н. (ВИМС им. Н.М. Федоровского МПР), Малеев М.Н., д.г.-м.н. (директор музея «Земля и люди», София, Болгария), Павлишин В.И., д.г.-м.н. (Киевский национальный университет им. Т.Г. Шевченко), Пеков И.В., д.г.-м.н. (МГУ им. М.В. Ломоносова), Поваренных М.Ю., к.г.-м.н. (ГГМ им. В.И. Вернадского РАН), Попов В.А., д.г.-м.н. (Институт минералогии УрО РАН, Миасс), Семенов Е.И., д.г.-м.н. (Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН), Соколова Е.Л. (Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН).

Уч. секретарь – Матвиенко Е.Н., к.г.-м.н. (Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН)

Оргкомитет конференции благодарит Российский фонд фундаментальных исследований за финансовую поддержку (грант 08-05-06041-г)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Басаргина Е.Ю., к. и. н. (Санкт-Петербургский филиал ИИЕиТ им. С.И. Вавилова РАН) «Первый хранитель Минералогического музея Академии наук А.Ф. Постельс».
2. Боруцкий Б.Е., д. г.-м. н., Агеева О.А., к. г.-м. н. (ИГЕМ РАН, Москва) «Ключи к сокровенным тайнам Хибин».
3. Буторина Л.А., к. и. н., засл. работник культуры РФ (Институт минералогии УрО РАН, Миасс) «Академик А.Е. Ферсман и Ильмены».
4. Войтеховский Ю.Л., д. г.-м. н. (Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты) «Кристалломорфология плоскогранных алмазов: от А.Е. Ферсмана и В. Гольдшмидта до наших дней».
5. Дистлер В.В., д. г.-м. н., лауреат академической премии им. А.Е. Ферсмана (ИГЕМ РАН, Москва) «Генетическая минералогия и геохимия платиновых металлов».
6. Макарова Е.И., к. и. н. (научный архив КНЦ РАН, Апатиты) «Первый историк-летописец Кольской эпопеи А.Е. Ферсмана».
7. Малеев М.Н., д. г.-м. н. (музей «Земля и люди», София, Болгария) «Заметки по онтогении агатов».
8. Малеев М.Н., д. г.-м. н. (музей «Земля и люди», София, Болгария) «А.Е. Ферсман сегодня».
9. Мелентьев Г.Б., к. г.-м. н. (НИЦ «Экология и промышленная энерготехнология» ОИВТ РАН, Москва) «Инновационные научно-производственные идеи А.Е. Ферсмана и их реализация: от «Тиетты» до наших дней».
10. Мозгова Н.Н., д. г.-м. н. (ИГЕМ РАН, Москва) «Развитие представлений о минеральном виде – фундаментальном таксоне минералогической классификации – от А.Е. Ферсмана до наших дней».
11. Озерова Н.А., д. г.-м. н. (ИГЕМ РАН, Москва) «О современной ртутной дегазации в вулканических областях (на примере Камчатки)».
12. Павлишин В.И., д. г.-м. н. (Киевский национальный университет им. Т.Г. Шевченко) «А.Е. Ферсман и его учение о типоморфизме минералов».
13. Паутов Л.А. (Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН, Москва) «Минералогия и геохимия щелочного комплекса Дарай-Пиез».
14. Пеков И.В., д. г.-м. н. (МГУ им. М.В. Ломоносова) «Необычные новые минералы: игра природы или ключ к разгадке ее тайн?»
15. Пирогов Б.И., д. г.-м. н. (МГПРУ, Москва) «Развитие идей академика А.Е. Ферсмана в прикладной минералогии XXI столетия».
16. Поваренных М.Ю., к. г.-м. н. (ГТМ им. В.И. Вернадского), Жабин А.Г., д. г.-м. н.

- (ИМГРЭ РАН и Минприроды РФ, Москва) «Закон кристаллографической индукции А.Е. Ферсмана при текстурно-структурном анализе горных пород».
17. Попов В.А., д. г.-м. н. (Институт минералогии УрО РАН, Миасс) «Закон кристаллографической индукции А.Е. Ферсмана – один из фундаментальных законов минералогии».
18. Попова В.И., к. г.-м. н., Попов В.А., д. г.-м. н. (Институт минералогии УрО РАН, Миасс) «Акцессорная минерализация гранитных пегматитов Джабык-Карагайского массива на Урале».
19. Попова Т.Н. (Мурзинский минералогический музей им. А.Е. Ферсмана) «Мурзинский минералогический музей имени академика А.Е. Ферсмана».
20. Семенов Е.И., д. г.-м. н. (Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН, Москва) «А.Е. Ферсман и щелочные породы, руды, минералы».
21. Смирнова Н.Л., д. г.-м. н. (МГУ им. М.В. Ломоносова) «О разномасштабном блочном изоморфизме».
22. Соляник В.А. (Геолого-минералогический музей ДВГИ ДВО РАН, Владивосток), Пахомова В.А., к. г.-м. н., Буравлева С.Ю. (ДВГИ ДВО РАН) «Актуальность и развитие идей А.Е. Ферсмана в современной геммологии».
23. Спиридонов Э.М., д. г.-м. н., Абрамова Т.Т., Панасьян Л.Л., Чернов М.Н., Соколов В.Н., Ладыгин В.М. (МГУ им. М.В. Ломоносова) «Минеральные образования в карбонатных породах Русской платформы, порожденные четвертичным оледенением».
24. Урусов В.С., академик РАН (МГУ им. М.В. Ломоносова) «Структурно-химические факторы «естественного отбора» минеральных видов».
25. Хомяков А.П., д. г.-м. н., лауреат академической премии им. А.Е. Ферсмана (ИМГРЭ РАН и Минприроды РФ, Москва) «Эстетическая кристаллохимия и перспективы использования ее эмоционально-изобразительных возможностей в познании структурного разнообразия минерального мира».
26. Шпаченко А.К., к. г.-м. н. (Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты), Макарова Е.И., к. и. н. (научный архив КНЦ РАН) «О сотрудниках А.Е. Ферсмана в его первых экспедициях на Кольский полуостров».
27. Юргенсон Г.А., к. г.-м. н. (Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита) «А.Е. Ферсман и проблема геотехногенеза».

Школьная ферсманиада

1. *Алабужин К. (5-й класс), руководитель Панфилова И.М. (МОУ ООО ДДТ «Остров», г. Миасс) «А.Е. Ферсман – геолог с детства».*
2. *Бурнышева Ж.В., Щенкова Е.С., (8-й класс), руководитель Сергеева И.В. (МОУ ДОД «Дворец детского (юношеского) творчества» г. Перми) «А.Е. Ферсман в Пермском крае».*
3. *Видищева О., Долганова А. (9-й класс), руководители Сопоцько Г.А., Никифоров А.В. (клуб «Юный геолог», г. Орск) «Геологический памятник природы гора Полковник».*
4. *Жданова К.В. (7-й класс), руководитель Лычева А.А. (детско-подростковый центр «Геолог», г. Архангельск) «Месторождения, изученные А.Е. Ферсманом: прошлое, настоящее, будущее (на примере Хибинского месторождения)».*
5. *Маерков П.О. (8-й класс), руководитель Муковозчикова Е.Н. (Дом детского творчества г. Боготол, объединение «Юный геолог») «Морфологические стадии современного конгломератового спелеолитогенеза».*
6. *Печенкин П.Е. (5-й класс), руководитель Панфилова И.М., консультант Буторина Л.А. (МОУ ООО ДДТ «Остров», г. Миасс) «Улица А.Е. Ферсмана в нашем городе».*
7. *Попов Д.В., Репин Я.И. (9-й класс), руководители Лыкова И.С., Хромова Е.В. (Геологическая школа МГУ им М.В. Ломоносова) «Турмалины Липовских копей. История изучения и разработки».*
8. *Сенцова Е.А. (10-й класс), руководитель Жаданова Л.Е. (МОУ ДОД «Дворец детского (юношеского) творчества» г. Перми, геологическое объединение) «Большая Баритовая пещера (Кыргызстан).*
9. *Синицына Н.А. (8-й класс), руководитель Кирнарский Ю.М. (Дом детского и юношеского творчества г. Апатиты) «Создание геолого-краеведческой «Тропы А.Е. Ферсмана» в Хибинах – ее история, состояние и задачи».*
10. *Сырвачева В.Ю. (8-й класс), руководитель Жаданова Л.Е. (МОУ ДОД «Дворец детского (юношеского) творчества» г. Перми, геологическое объединение) «Беломорит Северной Карелии».*

А.Е. ФЕРСМАН И ПРОБЛЕМА ГЕОТЕХНОГЕНЕЗА

Юргенсон Г.А.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия,

yurgga@mail.ru

Еще в 1931 г. академик А.Е. Ферсман назвал геохимическую деятельность человека техногенезом. Он показал основные области влияния человеческой деятельности на геохимические процессы в условиях зоны гипергенеза и на глубинах, доступных геологоразведочным работам и добыче полезных ископаемых, а также масштабы ее проявления. Наиболее важными из них он считал горнодобывающую и металлургическую промышленность. К важнейшим он относил сельское хозяйство с ежегодным извлечением из почв огромного количества минеральных, органических и элементоорганических соединений, приводящем к нарушению устойчивых связей в естественном ходе смены поколений растений и в конечном счете к опустыниванию огромных территорий. Уже тогда он увидел существенную роль современных войн с участием авиации, артиллерии и стрелкового оружия как фактор геохимических процессов. Он указал на ассоциации химических элементов, сдвиги в естественном ходе миграции которых определяются видами деятельности человека. В последствии выяснилось также, что существенную роль играет процесс урбанизации, приводящий к скоплениям многомиллионных масс людей, отходы жизнедеятельности которых создают массу антропогенных геохимических аномалий не столько природных химических соединений, сколько не присущих природе. А.Е. Ферсман употреблял термин *техногенез* в контексте с геохимическими процессами, обусловленными воздействием человека на состояние природных геохимических систем с помощью различных технических приемов и орудий и, как следствие, технологий, в которых участвует вещество. Идеи А.Е. Ферсмана о важной роли человека в минералого-геохимических процессах особенно ярко были развиты Б.В. Чесноковым и его последователями, создавшим целое направление в современной минералогии, приведшее к открытию серии новых минералов. Исследование хвостохранилищ, продуктов функционирования рудничных вод показывают широкое развитие современного минералообразования, являющегося важным фактором образования месторождений в хвостах обогатительных фабрик закрытых ГОКов. Это же относится и к преобразованиям в россыпях, позволяющим разрабатывать их многократно. В них происходит укрупнение золотинок за счет преобразования амальгам и биоминералогических процессов, активного проявления криоминералогенеза и др.

В настоящее время в геологической науке используются термин *техногенез*, а также словосочетания *геохимия техногенеза* и *минералогия техногенеза*. Применение

словосочетания *геохимия техногенеза* в 1986 году было обосновано академиком Л.В. Таусоном. Все множество проблем этого нового направления геохимии он разделил на три группы: повышение эффективности природных ресурсов, увеличение продуктивности биосферы, сохранение и улучшение окружающей среды.

Другие авторы используют термин техногенез без сочетания его с геохимией, тем не менее подразумевая эту связь. Например, М.А. Глазовская дает следующее определение: «Техногенез – совокупность геохимических и геофизических процессов, связанных с деятельностью человечества...». Семантика слова техногенез не позволяет вкладывать в него только геохимический смысл, т.к. техногенной в самом общем виде является любая машина, любой предмет, порожденный техникой. Поэтому автором в 2000 году предложен термин *геотехногенез*, так как он отражает *географические (ландшафтные), геологические (в том числе и геохимические, минералогические и т.д.) процессы, накладывающиеся на техногенные или природно-техногенные тела в области взаимодействия лито- гидро- и биосферы*. Термин *геотехногенез* наиболее полно соответствует идее А.Е. Ферсмана о комплексном, целостном и историческом подходе к решению минералого-геохимических проблем.

Рассматривая проблему антропогенного воздействия техническими средствами, следует выделять: 1) собственно техногенные геологические тела, в частности, массивы взятых с поверхности или вынутых из недр земли и переотложенных техническими средствами фрагментов литосферы и 2) техногенные массивы горных пород, преобразованные поздними геологическими процессами. Это же относится и к ландшафтам, среди которых также существуют собственно техногенные, природно-техногенные и геотехногенные. К природно-техногенным следует относить, например, комплекс, состоящий из перемещенных вскрышных горных пород, и вмещающую его межгорную долину. К геотехногенным тогда следует относить либо преобразованную геологическими процессами техногенную часть, либо весь природно-техногенный ландшафт, в котором произошли посттехногенные минералого-геохимические преобразования. В результате взаимопроникновения и взаимодействия природной и техногенной составляющей возникли новые геотехногенные минеральные тела и ландшафт с новыми качествами.

Следуя логике целесообразности использования термина *геотехногенез*, месторождения полезных ископаемых, образующиеся вследствие взаимодействия антропогенных и природных процессов, должны называться не техногенными, а *геотехногенными*, каковыми в действительности они и являются. Отсюда и не соответствующее сути процессов словосочетание *минералогия техногенеза* следует заменить на *минералогия геотехногенеза*.

ПЕРВЫЙ ХРАНИТЕЛЬ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ АКАДЕМИИ НАУК А.Ф. ПОСТЕЛЬС

Басаргина Е.Ю.

Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники

им. С.И. Вавилова РАН, Санкт-Петербург, akhos@mail.ru

Александр Филиппович Постельс (1801–1871), естествоиспытатель, путешественник и педагог, родился в Дерпте, где и получил начальное образование. В 1816 г. он поступил на физико-математический факультет Главного педагогического института. После преобразования института в 1819 г. в университет Постельс стал студентом университета, по окончании которого в 1823 г. он получил степень кандидата по физико-математическому факультету и был оставлен при университете магистром по минералогии и геогнозии [1].

Вскоре после окончания университета, в 1826–1829 гг., Постельс в качестве минералога и рисовальщика совершил кругосветное путешествие в составе экспедиции под командованием Ф.П. Литке на военном шлюпе «Сенявин». Именем Постельса названы мыс и гора на Чукотке.

По возвращении в Петербург в 1829 г. Постельс совместно с академиком Ф.И. Рупрехтом издал описание морских растений, собранных экспедицией в Тихом океане, за этот труд в 1841 г. они были удостоены полной Демидовской премии [2]. Постельс взялся за обработку геологических наблюдений, произведенных им во время плавания. Он описал Чили, острова Берингова моря, берега Чукотки, полуостров и вулканы Камчатки, Филиппинские острова и остров св. Елены. Свои геогностические наблюдения Постельс дополнил атласом, и этот труд составил третью часть полного описания путешествия Литке, вышедшего на русском языке в 1834–1836 гг. [3]. В 1830 г. Постельс передал в академический музей собрание горных пород и минералов.

Академический музей, больше известный как Кунсткамера, в 1830–1831 гг. переживал период реорганизации в несколько специализированных музеев. Обособление минералогической коллекции в самостоятельный музей произошло в предшествующее десятилетие благодаря усилиям академика В.М. Севергина (1765–1826), который заведовал минералогическим кабинетом с 1804 г. и к 1820 г. превратил его из собрания раритетов в исследовательское учреждение научного характера, о чем свидетельствует составленная им опись коллекции, систематизированной по последнему слову науки [4].

18 февраля 1829 г. запечатанный после смерти Севергина минералогический кабинет перешел в ведение вновь избранного академика Купфера. В том же году впервые был рассмотрен вопрос о приглашении Постельса помощником хранителя минералогического

кабинета. 1 июня 1831 г. президент Академии наук С.С. Уваров дал согласие пригласить Постельса в качестве хранителя минералогического музея. Первый отчет о своих работах в музее Постельс составил в 1832 г., а в 1834 г. он представил план работ по обработке минералогических коллекций и их систематизации.

Одновременно с работой в минералогическом музее Постельс занимался преподавательской деятельностью. В 1831 г. он был утвержден в должности адъюнкт-профессора университета по кафедре минералогии и геогнозии, а в 1833 г. занял такую же должность в Главном педагогическом институте; в 1836 г. он был определен преподавателем естественных наук в училище правоведения и тогда же был утвержден экстраординарным профессором Главного педагогического института.

В 1837 г. последовало новое назначение: Постельс стал директором Санкт-Петербургской второй гимназии, и ему пришлось оставить службу в минералогическом музее. Постельс руководил гимназией почти 20 лет, с 1837 до 1856 г., и был одним из лучших директоров своего времени: человек строгой немецкой дисциплины, он был умным и деятельным администратором, хотя и с некоторым деспотическим оттенком [5].

С Академией наук Постельс не прерывал связей, и в 1866 г. был избран в почетные члены.

Литература

1. Анастасенко Г.Ф., Кривовичев В.Г. История минералогического музея С.-Петербургского государственного университета. СПб., **1998**. С. 25–29.
2. Постельс А., Рупрехт Ф. Изображения и описания морских растений, собранных в Северном Тихом океане, у берегов Российских владений в Азии и Америке, в путешествие вокруг света, совершенное по повелению Государя Императора Николая I на военном шлюпе «Сенявин» в 1826, 1827, 1828 и 1829 годах, под командою флота капитана Федора Литке. СПб., **1840**.
3. Постельс А. Ф. Геогностические наблюдения, проведенные в путешествии вокруг света на военном шлюпе «Сенявин» в 1826–1829 гг. А. Постельсом. СПб., **1836**.
4. Севергин В.Г. Краткая опись минеральному кабинету Императорской Академии наук, по новому его расположению в 1820 году. СПб., **1821**.
5. Историческая записка 75-летия Санкт-Петербургской Второй гимназии. Спб., **1894**. Ч. 2 (1831–1880). С. 316–323.

КЛЮЧИ К СОКРОВЕННЫМ ТАЙНАМ ХИБИН

Боруцкий Б.Е., Агеева О.А.

ИГЕМ РАН, Москва, borutzky@igem.ru, ageeva@igem.ru

Сразу скажем, что ключи к раскрытию сокровенных тайн Хибин мы видим в детальном, *комплексном*, геологическом, петрологическом, геохимическом но главным образом в минералогическом изучении массива, собственно говоря, таком, какое проводил А.Е. Ферсман с сотрудниками и какое сейчас, к сожалению, утрачено, из-за того что методы и интересы исследователей существенно разошлись. При этом отметим первостепенную роль минералогических исследований, поскольку минералы являются основными строительными единицами, по крайней мере в земной коре, и единственными надежными источниками информации об её истории, геолого-геохимических процессах, породо- и рудообразовании, в результате которых они возникли и свидетелями которых являлись. Минералогия должна быть возвращена в разряд приоритетных направлений в геологической науке, какую роль ей отводили В.И. Вернадский и А.Е. Ферсман, и чем это быстрее произойдет, тем лучше.

Возвращаясь к Хибинам, отметим, что к настоящему времени получено достаточно фактов, чтобы перейти от абстрактных моделей о строении и геологической истории массива к более конкретным представлениям. В частности, иными представляются и природа ряда слагающих его пород, и последовательность их формирования. Прежде всего Хибины – это *вулcano-плутонический комплекс*, сформировавшийся в гигантской кальдере проседания, заполненной нефелин-сиенитовым расплавом, захватившем в виде реликтов и ксенолитов ранние эффузивно-экструзивные палеовулканогенные породы (авгитит-порфиры, фонолиты, ромбен-порфиры), а также фрагменты архейских палеогнейсов и регионально-метаморфизованных протерозойских базальтоидов. Все эти захваченные и контактирующие с массивом породы под влиянием нефелин-сиенитовой магмы испытали высокотемпературный контактовый метаморфизм и подверглись частичной сиенитизации и фенитизации и вместе с плутоническими нефелиновыми сиенитами были прорваны многочисленными дайками разного состава, трубками взрыва, карбонатитами. Во-вторых, в результате глубокого бурения выяснено, что относительно мелкозернистые дифференцированные гнейсовидные породы якупирангит-мельтейгит-ийолит-уртитового ряда, слагающие осевую часть центральной дуги массива и рассматривавшиеся ранее как интрузия (или последовательный ряд интрузий) в нефелиновые сиениты, представляют собой аналогичный *реликт* древних пород, подстилаемый, перекрываемый и срезаемый нефелиновыми сиенитами. Они также подверглись высокотемпературному контактовому метаморфизму и пластической деформации. В-третьих (и это для нас наиболее

принципиально), ассоциирующие с ними гигантозернистые породы, аномально обогащенные калием, также рассматриваемые обычно как интрузивные магматические образования, представляют собой *метасоматиты*, развивающиеся по мельтейгит-уртитам и нефелиновым сиенитам, – *фениты*, формирующиеся под влиянием флюидов, отщепленных от нефелин-сиенитовой магмы [1]. При замещении лейкократовой матрицы (мелкозернистых ийолит-уртитов и приконтактовых нефелиновых сиенитов) возникают грубозернистые массивные уртиты, преобразующиеся затем в результате последовательных изменений в полевошпатовые уртиты → ювиты → рисчорриты; при замещении меланократовой матрицы (мельтейгит-ийолитов), – малиньиты. Какие породы были исходными, неясно. Существует предположение [2], что они первоначально могли представлять собой ксенолит щелочных ультрабазитов с характерным для карбонатитов апатитовым оруденением и были преобразованы затем под воздействием нефелин-сиенитовой магмы в существующие ныне агпаитовые породы, с переотложением апатита в виде уникальных апатито-нефелиновых хибинских месторождений. Некоторые минералогические данные указывают на признаки таких преобразований. С другой стороны, исходными могли быть и наблюдаемые ныне древние расслоенные мельтейгит-уртиты, подвергнувшиеся фенитизации под воздействием тех же флюидов [3], но в этом случае труднее объяснить природу апатитовых залежей.

Проблема выяснения природы данных грубозернистых пород, появления существенно калиевых образований среди натриевых агпаитовых нефелиновых сиенитов является центральной для Хибинского массива и имеет практическое значение, так как с ними пространственно и, очевидно, генетически связано возникновение апатит-нефелиновых месторождений. Нами показано, что ведущим процессом фенитизации реликтовых мельтейгит-уртитов был флюидный K, Si-метасоматоз, сопровождавшийся их перекристаллизацией, в результате чего состав пород постепенно приближался к составу окружающих нефелиновых сиенитов. Минералогически он выразился в замещении нефелина кальсилитом, а затем калиевым полевым шпатом, а также в замещении натриевых и калиево-натриевых акцессорных минералов существенно калиевыми. Появление калиевых ассоциаций (более калиевых, чем могли продуцировать отщепленные от нефелин-сиенитовой магмы K, Na-растворы) объясняется нами эффектом кислотно-основного взаимодействия Д.С. Коржинского, поскольку наиболее обогащенные калием метасоматиты пространственно связаны с породами наибольшей основности – урритами и лейкократовыми ийолитами. Приуроченность данных метасоматитов к району «центральной дуги» массива объясняется: 1) центральным их положением, при котором тепловой режим существовал наиболее длительное время и стало возможным отщепление соответствующих флюидов от магмы; 2) тектоническими причинами, так как здесь устанавливаются захваченные по

разломам реликты наиболее разнообразных и литологически контрастных пород, 3) наличием подходящей мельтейгит-уртитовой матрицы. Напомним, что в краевых частях хибинского комплекса фенитизация захваченных пород не сопровождается столь интенсивными изменениями и вместо «размазанных» затушеванных контактов нередко наблюдается плохо раскристаллизованная порода, продукт закаленной нефелин-сиенитовой магмы.

В результате детального изучения изменения химического состава и структуры порообразующих и акцессорных минералов нами установлена неодноактность метасоматических преобразований: смена «кальсилитовой» стадии «калийполевошпатовой» и затем «цеолитовой», отражающими смену высокотемпературной существенно щелочно-основной стадии низкотемпературными - менее щелочной и кислотной. Метасоматические преобразования характеризуются также неравновесными соотношениями, сохранением метастабильности, что может быть объяснено более быстрым падением скорости действующих растворов по сравнению со скоростями химических реакций, необходимых для формирования стабильных соединений. В результате в метасоматитах не наблюдается метасоматическая зональность, точнее, она заменена локальной зональностью в пределах отдельных зерен или минеральных агрегатов.

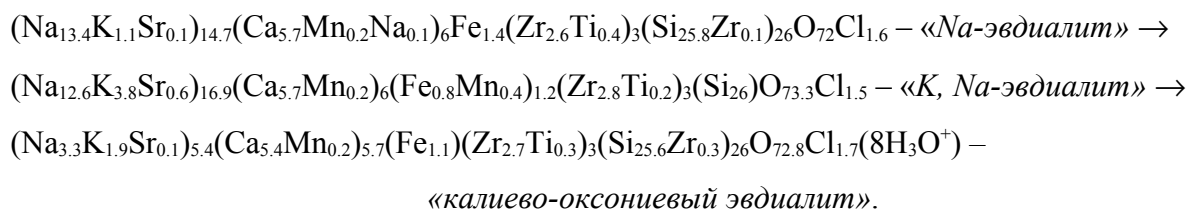
В качестве примеров рассмотрим *полевого шпата*, *кальсилит* и *эвдиалит-эвколит*.

Основу метасоматитов составляют метакристаллы *калиевого полевого шпата* - адуляровидного ортоклаза, развивающегося как скелетные образования в интерстициях зерен нефелина, то есть уже в твердой среде, а затем разрастающихся до сплошного выполнения ими всего пространства в рихсчорритах. Он замещает практически все минералы в породе и по степени Si/Al-упорядоченности соответствует *низкому санидину* – *высокому ортоклазу*, то есть существенно неупорядоченному, но одновременно чисто калиевому полевоому шпату, образование которого возможно только как метастабильной фазы при температуре ниже 500–550°C (практически в поле стабильности микроклина). Его образование (без альбита) под влиянием, скорее всего, K, Na-флюидов, отщепленных от нефелин-сиенитовой магмы, необъяснимо без привлечения концепции Д.С. Коржинского о кислотно-основном взаимодействии компонентов. В тех случаях, когда рихсчорритизация захватывала приконтактные нефелиновые сиениты, процесс шел с замещением K, Na-полевого шпата калиевым, а Na-фаза «выбрасывалась» в микротрещины, интерстиции зерен или обособлялась в виде альбитовых жил со специфической Ca, Na-минерализацией [4].

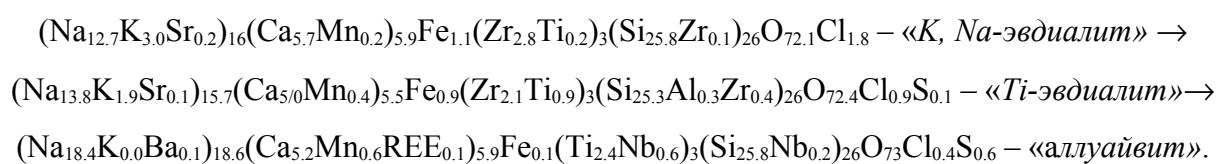
В 1973 г. нами в Хибинах впервые был обнаружен калиевый аналог нефелина – *кальсилит*, и возникло наиболее естественное предположение о присутствии среди пород «центральной дуги» вулканитов калиевого ряда с эпилейцитом [4]. Веским основанием в

поддержку этого были округлая форма и расчет кальсилит-калишпатовых симплектитовых сростаний, приводящий к идеальной химической формуле лейцита. Однако последующие минералогические исследования с привлечением электронной микроскопии практически во всех разновидностях ювитов, рисчорритов и даже в апатито-нефелиновых породах выявили замещение нефелина кальсилитом в исходных породах и его «вкрапленниках», захваченных адуляр-ортоклазом [5]. В результате был сделан вывод о наличии ранней стадии фенитизации, когда калиевый метасоматоз не сопровождался еще метасоматозом кремниевым, что согласуется с представлениями об эволюции кислотно-основного взаимодействия в ходе формирования метасоматитов, и было выявлено несколько их групп, различающихся интенсивностью кальсилитизации нефелина и сопутствующими парагенетическими ассоциациями акцессорных минералов [5].

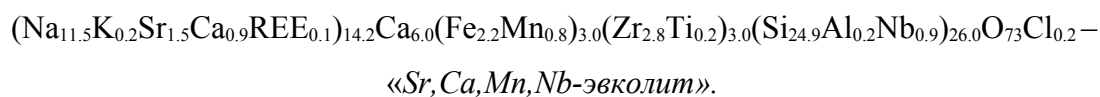
Среди акцессорных минералов наиболее информативным оказался *эвдиалит-эвколит*, химический состав которого в рисчорритах закономерно менялся следующим образом [6]:



Из этого сопоставления видно, что в ходе рисчорритизации Na и Fe в эвдиалите сначала замещаются K и Mn, а в следующую стадию (очевидно, гидротермальную) Na продолжает интенсивно выщелачиваться, замещаясь оксониевой группой. Это основной тренд эволюции, но на фронте рисчорритизации уртитов и в так называемых «содовых» горизонтах (зонах выноса натрия) происходит образование специфических титановых эвдиалитов:



В этом случае процесс имеет другую направленность: K, Ca, Zr и Cl замещаются компонентами меньшей основности – соответственно Na, Mn, Ti и S, что указывает на подкисление минералообразующей среды, то есть возникновение образований, аналогичных альбитовым жилам в приконтактных с рисчорритами нефелиновых сиенитах. При более сильном подкислении среды *эвдиалит* замещается *эвколитом*, существенно обогащенным компонентами пониженной основности – Ca, Sr, Mn, а также Fe и Nb [5]:



Авторы не сомневаются в том, что выявленные ими конкретные закономерности должны быть использованы при решении проблемы генезиса хибинских апатито-нефелиновых месторождений.

Литература

1. *Зотов И.А.* Трансмагматические флюиды в магматизме и рудообразовании. М: Наука, **1989**. 214 с.
2. *Дудкин О.Б., Балаганская Е.Г., Арзамасцева Л.В.* К проблеме формирования Хибинских месторождений апатита // Месторождения неметаллического сырья Кольского полуострова. Апатиты: Кол. ФАН СССР, **1986**. С. 4–10.
3. *Перекрест И.И., Смирнов В.В.* Геологическая и структурная позиция апатитового месторождения Снежный цирк // Структурный контроль оруденения и магматических и метаморфических комплексов Кольского полуострова. Апатиты: Кол. ФАН СССР, **1985**. С. 13–22.
4. *Боруцкий Б.Е.* Породообразующие минералы высокощелочных комплексов. М.: Наука, **1988**. 215 с.
5. *Агеева О.А., Боруцкий Б.Е.* Кальсилит в породах Хибинского массива: морфология, парагенезис, условия образования // Новые данные о минералах, **2004**. Вып. 39. С. 40–50.
6. *Агеева О.А., Боруцкий Б.Е., Хангулов В.В.* Эвдиалит как минералого-геохимический индикатор метасоматических процессов при формировании пород комплекса пойкилитовых нефелиновых сиенитов Хибинского массива // Геохимия, **2002**. № 10. С. 1098–1105.

А.Е. ФЕРСМАН В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Буторина Л. А.

Институт минералогии УрО РАН, Миасс, Россия, butorina@ilmeny.ac.ru

Тридцать лет своей жизни посвятил Александр Евгеньевич Ферсман Уралу, особенно Ильменским горам, где впервые он начал изучать их, как минералог, членом Радиевой экспедиции Академии наук под руководством В.И. Вернадского в 1912 году. Особенно ученого привлекли в этих горах самоцветы [1], но более всего - гранитные пегматиты, научное описание которых он неоднократно помещал в своих работах, не только в отдельных статьях, но и в монографиях [2].

После установления Советской власти Александр Евгеньевич, вместе с соратниками по Радиевой экспедиции, добивается охраны Ильменских гор государством, и в мае 1920 года Ильменские горы были объявлены минералогическим заповедником [3]. А.Е. Ферсман мечтает превратить Ильменский заповедник в ведущий исследовательский институт Южного Урала. Он публикует ряд статей в газетах, обращается по этому вопросу к руководителям советских органов и письменно и устно, выступая на различных совещаниях, научных конференциях, на областном съезде Советов.

В 30-е годы, когда в стране происходила децентрализация науки, А.Е. Ферсман добивался превращения Ильмен в форпост науки на Южном Урале. Были организованы в 1934 г. и проведены в Ильменском заповеднике два научных совещания. Умело используя организационную и политическую обстановку, Александр Евгеньевич добивается перевода Ильменского заповедника из минералогического в комплексный, и с декабря 1935 г. в Ильменах стали охраняться и изучаться все компоненты природы [4].

Но не только Ильмены волновали Александра Евгеньевича на Южном Урале. На 1 съезде Советов Челябинской области в январе 1935 г. А.Е. Ферсман, приветствуя делегатов съезда как представитель Академии и как делегат Златоустовского района, обратил внимание на три задачи: выявление природных богатств, правильную организацию их использования, подведение науки и техники под базу хозяйственного использования производительных сил края. Особое внимание он отдал необходимости организации научного центра на грани между Азией и Европой. 4 февраля 1935 г. в Москве, в Ломоносовском институте Академии наук СССР под председательством А.Е. Ферсмана прошло заседание по вопросам изучения Южного Урала с представителями Челябинской области, которые были делегированы на 7 Съезд Советов и находились в Москве. Целью встречи было желание научных сотрудников от имени Академии познакомить челябинцев с теми работами, которые ведутся и предполагаются вестись на Южном Урале, попытаться нарисовать краткую картину тех возможностей и тех перспектив, которые намечаются там с точки зрения научных работ [5].

В августе 1935 г. А.Е. Ферсман с группой сотрудников принял участие в автопробеге по Южному Уралу в рамках комплексной экспедиции АН СССР. Они проехали 2374 км, посетили 27 месторождений полезных ископаемых. В пути провели ряд совещаний с хозяйственными руководителями [6].

Плодотворная деятельность А.Е. Ферсмана на Южном Урале была высоко оценена. Он был избран депутатом Миасского городского Совета и областного Совета депутатов трудящихся. В 1940 году, когда отмечалось 20-летие со дня подписания В.И. Лениным Декрета о создании Ильменского заповедника, лучшие работники заповедника были премированы грамотами Челябинского областного Совета депутатов трудящихся с присвоением звания «Отличник третьей пятилетки», первым в этом постановлении назван академик А.Е. Ферсман.

В годы войны Александр Евгеньевич не забывал и об Ильменах. Он неоднократно приезжал в Ильмены, сохранилась запись беседы сотрудников заповедника с академиком А.Е. Ферсманом 27 июля 1942 г., которая называлась «О научной тематике геологов заповедника».

Нельзя говорить об Урале, его прошлом, настоящем и будущем, не вспоминая о певце его славы – академике А.Е. Ферсмане. Ильменский государственный заповедник имени В.И. Ленина Уральского отделения Российской академии наук, созданный при участии Александра Евгеньевича, хранит о нем память. Это не только мемориальная плита с датами деятельности ученого в Ильменах и специальный стенд в музее заповедника, но и белые здания лабораторного корпуса и музея, поднявшиеся в начале 80-х годов на центральной базе заповедника, там, где их мечтал видеть Александр Евгеньевич.

Литература

1. *Ферсман А.Е.* Самоцветы России. Т. 1. Петроград, **1921**. С. 114–123.
2. *Ферсман А.Е.* Пегматиты. Т. 1. М.-Л., **1931**. Изд. 1. С. 1–640
3. *Буторина Л.А.* Новые архивные документы по организации Ильменского заповедника. Свердловск, **1990**. С. 3–52.
4. *Буторина Л.А.* Документы государственных архивов страны по вопросу перевода Ильменского минералогического заповедника в комплексный. Свердловск, **1992**. С. 57–71.
5. *Буторина Л.А.* Рождение академической науки в Челябинской области // Вестник ЮурГУ, № 6, **2004**. С. 13–16
6. *Ферсман А.Е., Крыжановский В.И.* Наш автопробег по Южному Уралу. М.-Л.: АН СССР, **1936**. 120 с.

КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИЯ ПЛОСКОГРАННЫХ АЛМАЗОВ: ОТ А.Е. ФЕРСМАНА И В. ГОЛЬДШМИДТА ДО НАШИХ ДНЕЙ

Войтеховский Ю.Л.

Геологический институт Кольского НЦ РАН, Апатиты, Россия, woyt@geoksc.apatity.ru

Анализ систематических работ, изданных на рубеже XIX и XX веков [9, 10 и др.], показывает, что в это время в кристалломорфологии произошел концептуальный сдвиг. Об этом емко сказано А.Е. Ферсманом на съезде естествоиспытателей в 1910 г. «В истории кристаллографии можно наметить три основных пути для изучения кристалла как физического тела; первый путь изучает его внутреннюю структуру в связи с комплексом плоскостей и их ретикулярной плотностью; второй стремится к изучению явлений роста по нормальям к граням; третий должен вести к познанию морфологических элементов кристалла. Классификация элементов ограничения должна быть, по существу, генетической... С этой точки зрения намечается около 20 различных типов морфологических элементов... Вся работа по морфологии кристалла должна быть направлена к определению тех критериев, которые позволили бы различать эти отдельные типы. В частности, наиболее резким является различие между поверхностями положительного или отрицательного характера, т.е. образующимися приближением или удалением от центра по нормали» [5, с. 536]. Работа [7] знаменует победу генетического направления в кристалломорфологии. Это видно также из знаменитого атласа [8], еще тяготеющего к изображению идеальных кристаллов, но уже содержащего немало искаженных форм. Применительно к кристалломорфологии алмаза в российской науке эта тенденция трассируется монографиями [6, 3, 4, 2] и огромным количеством статей. В целом на уральских, якутских и архангельских алмазах установлены все простые формы, разрешенные в соответствующем виде симметрии, с преобладанием габитусных форм октаэдра, ромбододекаэдра и куба. Большинство авторов проблема видится в том, чтобы в каждом случае дать им наиболее вероятную генетическую интерпретацию.

Между тем «второй путь» (по А.Е. Ферсману) содержит в себе развитие классического направления в кристалломорфологии, подразумевающего строгую систематику форм на определенных геометрических принципах, в данном случае в связи с движениями граней вдоль нормалей, моделирующими рост кристаллов в анизотропных полях [1]. Автором введено понятие реальной кристаллографической простой формы как полиэдра, ограниченного хотя бы некоторыми из граней идеальной формы, находящимися в стандартной ориентации, но на произвольном расстоянии от начала координат. Для куба определение тривиально. Но реальных октаэдров 33, ромбододекаэдров 625, комбинаций куба и октаэдра 77657. Как правило природное кристаллообразование протекает в слабо анизотропных полях, поэтому в со-

ответствии с принципом диссимметрии Кюри наиболее вероятны полногранные и высокосимметричные формы. Полногранных октаэдров 17, ромбододекаэдров 34, комбинаций куба и октаэдра 5559, но высокосимметричных среди них мало. Так, всего 40 полногранных комбинаций куба и октаэдра имеют порядок группы автоморфизмов 6 и более: [0284] mmm, 4/mmm, [02,12] mmm, [054401] 4mm, [0608] -3m, m-3m, [0644] mmm, [068] 4/mmm, [080402] 4/mmm, [094001] 4mm, [0,10,04] 4mm, mmm, [0,12,02] -3m, [0,14] 4/mmm, [1337] 3m, [1634] 3m, [2066] -3m, [2363] 3m, [266] -3m, [414041] 4mm, [418001] 4mm, [4244] 4mm, [430403] 3m, [4307] 3m, [440042] mmm, [440402] mmm, [4604] 3m, [464] 4mm, mmm, [4901] 3m, [4,10] mmm, [800006] m-3m, [800042] mmm, [800303] 3m, [800402] 4/mmm, [810041] 4mm, [814001] 4mm, [824] mmm, [8303] 3m, [86] m-3m. [В скобках – гранные символы, последовательно перечисляющие числа 3-, 4- ... n-угольных граней на кристаллическом полиэдре.] Именно из них природа выбирает габитусные морфотипы кристаллов алмаза.

Литература

1. Бартошинский З.В., Гневушев М.А. Внешняя симметрия якутских алмазов и условия их кристаллизации // Зап. ВМО. **1969**. № 5. С. 560–567.
2. Кудрявцева Г.П., Посухова Т.В., Вержак В.В. и др. Атлас. Морфогенез алмаза и его минералов-спутников из кимберлитов и родственных пород Архангельской алмазоносной провинции. М.: Изд-во «Полярный круг», **2005**. 624 с.
3. Кухаренко А.А. Алмазы Урала. М.: Госгеолтехиздат, **1955**. 516 с.
4. Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. М.: Наука, **1984**. 264 с.
5. Ферсман А.Е. Кристаллография алмаза. М.: Изд-во АН СССР, **1955**. 566 с.
6. Шафрановский И.И. Кристаллография округлых алмазов. Л.: Изд-во ЛГУ, **1948**. 132 с.
7. Fersmann A., Goldschmidt V. Der Diamant. Eine Studie mit einem Atlas von 43 Tafeln. Heidelberg: Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, **1911**. 274 S.
8. Goldschmidt V. Atlas der Krystallformen. Bd. III. Danalith – Feldspat-Gruppe. Heidelberg: Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, **1916**. 247 Taf.
9. Hintze C. Handbuch der Mineralogie. 1-er Bd. 1-te Abtheilung. Elemente und Sulfide. Leipzig: Verlag von Veit & Comp., **1904**. 1208 S.
10. Kokscharow N. Materialien zur Mineralogie Russlands. 10-er Bd. St.-Petersburg: Gedruckt by A. Jacobson, **1888**. 151 S.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ: НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПОНИМАНИЮ МЕХАНИЗМОВ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ

Дистлер В.В.

ИГЕМ РАН, Москва, distler@igem.ru

Премия имени А.Е. Ферсмана Российской академии наук была присуждена автору настоящего доклада за цикл работ с общим названием «Генетическая минералогия и геохимия платиновых металлов» за 2001 год. В представляемом докладе я остановлюсь на новых подходах к дальнейшей разработке проблемы генетической минералогии платиноидов, базируясь на использовании арсенала аналитических методов физики твердого тела, таких как ЕСХА и ОЖЕ-спектроскопия, просвечивающая электронная и атомная силовая микроскопия.

Минералы платиновых металлов – это особый класс минерального мира, в котором в различных вариантах химической связи вместе с шестью платиноидами аккумулируются более трети стабильных элементов периодической системы. Обстановки минералообразования охватывают условия от собственно магматических, в сульфидсодержащих и бессульфидных системах, до относительно низкотемпературных гидротермальных. Но только в сульфидных магматических обстановках в значимых концентрациях достигается рассеяние платиновых металлов в виде твердых растворов в ранних продуктах кристаллизации и последующих производных твердофазовых реакций. По энергетическим и физико-химическим параметрам среды минералообразования, а также с учетом индивидуальных свойств отдельных платиновых металлов существуют определенные пороговые значения растворимости платиноидов в сульфидах. Избыточные количества против пороговой растворимости реализуются в виде собственных минеральных фаз с многочисленными лигандами.

Принципиальное значение имеет установление возможности платинового минералообразования в газотранспортных системах и реакциях. Главнейшей особенностью процесса минералообразования в этих условиях является одновременное отложение твердых фаз в принципе в неравновесных состояниях. Так, из существенно водно-углекисло-галлоидного надкритического флюида с температурными параметрами сублимации твердых фаз 800–900 С, по-видимому, в наноразмерных состояниях, одновременно могут осаждаться платина в ноль-валентном состоянии и гидроксид платины. Кроме того, впервые для природных обстановок газотранспортной системы установлено образование хлор-фосфор-

углеводородных комплексов платины типа $\text{PtCl}_2[\text{P}(\text{C}_4\text{H}_9)_3]_2$, сосуществующих с хлор-углеводородными комплексами рения и селена $\text{ReCl}[\text{P}(\text{CH}_3)(\text{C}_6\text{H}_5)_4]\text{N}_2$ и $\text{SeCl}_2(\text{C}_6\text{H}_5)_2$.

Новым подходом к пониманию механизмов и условий платинового минералообразования явилось открытие наноблоковой внутренней структуры по крайней мере для таких природных сплавов, как минералы системы Os-Ru-Ir-Cu-Ni,

Pt-Fe-Ir, Pt-Au-Cu.

ПЕРВЫЙ ИСТОРИК-ЛЕТОПИСЕЦ КОЛЬСКОЙ ЭПОПЕИ

А.Е. ФЕРСМАНА

Макарова Е.И.

Научный архив КНЦ РАН, Апатиты, Россия, makarova@admksk.apatity.ru



(1897–1960)

В окружении академика А.Е. Ферсмана в его Кольский период Антонина Михайловна Оранжиреева, пожалуй, одна из самых необычных участниц ферсмановской эпопеи освоения Хибин 1930-х гг. Историк по образованию, она в годы «первой пятилетки» Хибинской исследовательской горной станции – Кольской базы АН СССР была ученым секретарем и помощницей академика А.Е. Ферсмана в 1934–1937 гг.

О жизни Оранжиреевой известно немного, даже ее фамилия в разных источниках упоминается неоднозначно: Аранжеереева, Аранжиреева, Оранжереева. Антонина Михайловна Оранжиреева, урожденная Розен, внучка профессора-ориенталиста В.В. Розена, дочь чиновника и преподавательницы иностранных языков, «бывшая» дворянка с двумя дипломами – дореволюционных педагогических курсов преподавателя французского языка (1915–1917) и факультета общественных наук Ленинградского госуниверситета по специальности «археолог» (1918–1924), ученица известного ассириолога Шилейко, мужа выдающейся русской поэтессы XX столетия Анны Ахматовой, и ее близкая подруга до конца дней обеих. Свидетельством тому служит стихотворное посвящение на смерть Анты (так любила называть Антонину Михайловну Анна Ахматова):

...Пусть это даже из другого
Мне видится улыбка ясных глаз
И – «умерла» – так жалостно приникло
К прозванию милому, как будто в первый раз
Его я слышала.

Известно также, что в первые послереволюционные годы А.М. Оранжиреева работала в различных ленинградских учреждениях «счетчиком, статистиком, преподавателем русского языка и литературы», затем устроилась на постоянную работу в Академию истматкультуры (1920–1931), где прошла трудовой путь от лаборанта до научного сотрудника, совмещая с работой в учреждениях Академии наук СССР, в том числе в СОПС (1926–1934).

Начиная с 1932 года А.М. Оранжиреева принимала участие в организации экспедиций под руководством академика А.Е. Ферсмана в Хибинах, а после преобразования ХИГС в Кольскую базу АН СССР в 1934 г. сменила на посту первого ученого секретаря базы (по совместительству) О.А. Воробьеву в связи с ее возвращением в Москву.

В числе несомненных достоинств Антонины Михайловны не только ее образованность, но и очевидная деловитость как ученого секретаря и организатора. Занимая должность ученого секретаря Кольской базы всего два года, с сентября до ноября 1936 г., «с последующим увольнением по окончании отпуска с 28 января 1937 по состоянию здоровья», именно А.М. Оранжиреева организовала при базе первый научный архив [2]. Сегодня он является лишь небольшой частью архивного фонда Кольского научного центра РАН, но представляет несомненную научную ценность как источниковая база по истории Российской академии наук советского периода 1920–1930-х гг. на Кольском полуострове. Совершенно особое место среди документов архива занимает научный труд самой А.Н. Оранжиреевой «Работа Академии наук СССР и социалистическое строительство на Кольском полуострове», 1936 г., на 207 листах. В работе содержится краткий очерк истории Кольского полуострова и его изучения Академией наук в дореволюционный период, основная часть посвящена советскому периоду (1920–1936 гг.) деятельности Академии наук на Кольском полуострове в области геологии, географии, ботаники, биологии, зоологии, гидрологии и даже истории и этнографии. Тринадцать листов исследования посвящены истории Кольской базы АН СССР, тридцать – апатито-нефелиновой проблеме, свыше шестидесяти листов занимает составленный автором «Календарь научных исследований и социалистической стройки», 1920–1936 гг. [3].

Вряд ли подлежит сомнению, что этот ценнейший документальный источник, являющийся «поучительной историей тесного плодотворного сотрудничества широкого круга академических и различных отраслевых институтов и научных организаций страны в освоении и изучении природных ресурсов и явлений Кольского севера, а главное – неразрывной связи, взаимной поддержки науки и производства в описываемый период, показывает, насколько динамичны и продуктивны были взаимодействия в триаде *власть (партийная и государственная, на разных уровнях) – наука – производство* при решениях

сложнейших народнохозяйственных проблем, при издержках и трудностях, переживаемых страной, первой в мировой практике строившей социализм» [4]. Можно только предполагать, почему в свое время эта работа не была опубликована. Поскольку второй экземпляр рукописи А.М. Оранжиреевой находится в личном архиве академика А.Е. Ферсмана в Архиве РАН, можно предположить, что А.Е. Ферсман планировал в дальнейшем доработку и издание рукописи, но, скорее всего, не успел, как не успел написать книгу о В.И. Вернадском, уйдя из жизни в победном мае 1945 г. вслед за своим великим учителем и соратником. Так или иначе, рукопись на долгие десятилетия потерялась во времени вместе с заключенными в ней именами и событиями Хибинской эпопеи. В составе архивного фонда она пережила лихолетье Великой Отечественной войны в эвакуации в г. Сыктывкаре и вернулась в г. Кировск в 1944 г. вместе с Кольской базой АН СССР, заняв свое привычное место на полке архива.

Демократизация жизни российского общества постсоветского времени пробудила интерес общества к «белым пятнам» региональной истории, сделав актуальным запрос времени – понять и переосмыслить прошлое как определенную историческую эпоху со всеми ее особенностями. Так, в ходе работы сотрудников архива по выявлению документов по истории науки в регионе научный труд А.Н. Оранжиреевой, оснащенный вводной статьей профессора В.П. Петрова, комментариями и научно-справочным аппаратом, был опубликован в 2008 г., дав через семьдесят два года новое рождение имени А.М. Оранжиреевой – первому историку-летописцу Кольской базы АН СССР и сподвижнице академика А.Е. Ферсмана в далекие 1930-е годы освоения Хибин.

Литература и использованные источники

1. *Анна Ахматова*. Собр. соч. в 6 томах. Кн.2. М. «ЭллисЛак», **1999**. С. 85.
2. *Макарова Е.И., Шпаченко А.К.* «Феи деревянного дворца на озере Вудъявр» (О сотрудницах Тьетты, 1920–30-е гг.) // Всероссийская (с международным участием) научная конференция, посвященная 90-летию со дня рождения д. г.-м. н. Е.К. Козлова, «Проблемы рудогенеза докембрийских щитов». Апатиты, 14–15 апреля 2008 г. Апатиты: Изд. К&М. **2008**. С. 54–59.
3. Научный архив КНЦ РАН. Ф. 1. Оп. 5. Д. № 38. 207 л.
4. *Петров В.П.* Об авторе и ее работе // А.М. Оранжиреева. «Работа Академии наук СССР и социалистическое строительство на Кольском полуострове». Апатиты. **2008**. С. 5.

ЗАМЕТКИ ПО ОНТОГЕНИИ АГАТОВ

Михаил Н. Малеев

Национальный музей «Земля и люди», София, Болгария, maleevm@abv.bg

Систематическое изучение агатов Болгарии позволило расшифровать отдельные стороны их онтогенеза, которые являются «буквами» и «словами» их ненаписанной истории. Для поставленной цели использовался метод массового сбора, позволяющий из сотен образцов обнаружить единичные, на которых с очевидностью записан ответ на поставленный вопрос; изучение в шлифовках, в тонких шлифах и в сканирующем электронном микроскопе. Наиболее интересными автору представляются следующие результаты.

1. **Выделение двадцати стадияльных типов агатов** (ст. т.), отличающихся по фазовому составу, форме выделений, месту расположения центров кристаллизации индивидов, степени влияния гравитационного поля Земли, структурно-текстурным особенностям. Их самостоятельное изучение – основа подхода автора к построению сложной картины онтогении агатов. Их последовательность во времени закономерна и постоянна, причем индивидуальность каждого месторождения агатов определяется различным количественным соотношением выделенных стадияльных типов.

2. **Зародышевые формы сферокристаллов халцедона.** Наблюдаются на вершинах конусов совместного роста халцедона крустификационного ст. т. с кальцитом при растворении последнего, как и при нарастании адгезионного ст. т. халцедона на кристобалит. Представлены единичными кристаллами кварца, ограниченными призматическими и ромбоэдрическими гранями, каждая из которых расщепляется, образуя сектор роста. Ромбоэдрические грани подавляются ростом призматических, в результате чего оформляется волокнистый сферокристалл халцедона.

3. **Патина крустификационного и тонкослоистого халцедонового ст. т.** Состоящая из микрокристаллов кварца патина – универсальный вездесущий компонент халцедона агатов. Она развивается на границе индивидов, ее кристаллы, ограниченные ромбоэдром, эпитаксиально ориентированы по отношению к замещающимся волокнам и наблюдаются в SEM по более светлому контрасту микрозерен. В шлифах эпитаксиально ориентированные кристаллы патины имитируют волокнистое строение. Патина приводит к помутнению и фарфоровидному белому цвету халцедона и развивается неравномерно на отдельных участках открытой поверхности или по трещинам. Патина ониксов часто замещается крупнокристаллическим кварцем, образующим друзы перекристаллизации.

4. **Псевдоканалы.** Замечательные по своей выразительности трубчатые полости в агатах, пронизывающие их тело, сливающиеся и разветвляющиеся, являются результатом вытравливания кальцита, растущего совместно с халцедоном. Их отличительной особенностью являются отпечатки граней кальцита на выходе канала на поверхность жеоды, венчание канала огранкой кальцита во внутренней части полости, ребристая поверхность совместного роста кальцита с халцедоном на боковой поверхности канала.

5. **Структурные соотношения** между различными ст. т., слагающими агаты.

5.1. **Крустификационный сферокристалльный халцедон и друзовый крустификационный кварц.** Нарастание кварца на халцедон описано в классической работе Г.Г. Леммлейна. Наблюдения в SEM подтверждают результаты Г.Г. Леммлейна, полученные при исследовании шлифов в микроскопе. Обратное соотношение – нарастание халцедона на кварц, изученное в шлифах и в SEM, показывает непосредственное продолжение кварца в растущих волокнах и их закономерная ориентация.

5.2. **Тонкослоистый халцедоновый оникс и крустификационный сферолитовый халцедон.** Отмечаемые часто в литературе переходы облекающего халцедона в ониковый являются в многих случаях неверными. Как видно из приводимых в работах фотографий, микроструктура оникового участка является сферолитовой, аналогичной облекающему участку. Псевдоэффект перехода обусловлен нарастанием крустификационного сферолитового халцедона на ониковый слой с наследованием его горизонтальной текстуры.

5.3. В редких случаях отмечена **совместная кристаллизация сферолитов халцедона** с амёбовидными зёрнами, слагающими ониковый слой.

5.4. В редких случаях наблюдается **переход облекающего сферолитового халцедонового слоя в ониковый** с постепенной заменой микроструктуры из сферолитовой в зернистую из амёбовидных индивидов, характерных для ониковых слоёв.

6. **Компромиссная текстура между тонкослоистым ониксом и облекающим халцедоном** агатов. Ониковые слои обнаруживают непостоянную толщину, выклинивание и линзовидную форму, «заползание» на боковую поверхность полости. Во всех случаях микроструктура состоит из амёбовидных индивидов.

7. **Тонкослоистый микрокварцевый оникс.** Обычно описываемые как опал из-за изотропного характера в поляризованном свете фарфоровидные тонкие ониковые слои оказались сложенными из микрокварца нано- и микронных размеров. Огранка отдельных кристалликов разнообразна: комбинация гексагональной призмы с ромбоэдрами, единичный ромбоэдр, полиэдрические формы перекристаллизации. Единичные ромбоэдры часто закономерно срастаются друг с другом, образуя крупные блочные псевдомонокристаллы, выросшие по механизму Д. Баларева.

А.Е. ФЕРСМАН СЕГОДНЯ

Михаил Н. Малеев

Национальный музей «Земля и люди», София, Болгария, maleevm@abv.bg

Классические труды А.Е. Ферсмана по алмазам, магнезиальным силикатам, пегматитам входят в золотой фонд науки. Не менее важны его работы, в которых человечество найдет если не готовые ответы, то, во всяком случае, глубоко продуманный подход к разрешению вызовов XXI века. Важнейшим таким вызовом стала необходимость перехода к устойчивому развитию. Главными императивы, следующими из сущности пути устойчивого развития, являются экологический, экономический, социальный, нравственный.

Если в учении о ноосфере В.И. Вернадского можно видеть теоретические основы устойчивого развития, то конкретные проблемы, связанные с «геохимической переработкой мира человеком», поставлены А.Е. Ферсманом. Геохимическую работу человека он сводит к извлечению элементов из глубин, перераспределению элементов недр на земной поверхности, сельскохозяйственной и инженерной перегруппировке элементов на поверхности. Конечный результат автор видит в накоплении химических элементов или, что более часто, в их рассеивании – сознательном (К, Р в удобрениях) или противном воле человека (Fe).

Анализ добычи угля и нефти приводит А.Е. Ферсмана к выводу, удивительно созвучному современным проблемам. Из количества ежегодной (к 1930 году) добычи угля и нефти А.Е. Ферсман определяет человеческий вклад CO_2 в атмосферу в $4\text{--}5 \cdot 10^9$ т ежегодно, отчего следует удвоение его количества через 500 лет. Пророчески звучат слова: «Трудно предсказать серьезность тех природных изменений, которые будут внесены этим в хозяйство природы. Удвоение содержания CO_2 в воздухе вызвало бы повышение средней температуры воздуха на целых четыре градуса, а в связи с этим мы наблюдали бы серьезнейшие изменения климатического режима и растительных процессов».

Аллегорическое рассмотрение человека как покупателя у Земли в лекции о «Геохимических соотношениях между природой и человеком» с расчетами и допустимыми пределами роста перекликаются с докладами Римского клуба, экологическим законом о необходимости рано или поздно человеку платить за то, что им взято у природы. Предсказание, что «сама природа как бы накладывает узду на темпы развития человечества и ставит какие-то рамки... для всей человеческой культуры, остановку в развитии самого человечества», в конце XX века стало реальностью. А.Е. Ферсман намечает решения в замене одних элементов другими, более доступными; в переходе к новым технологиям добычи и переработки; в открытии новых типов сырья и его комплексном использовании.

Не в достаточной степени востребованными являются положения об избыточном минеральном сырье и о неограниченной возможности строить будущую цивилизацию на широко распространенных элементах Al и Si. Эти подходы раскрывают необъятные просторы для исследовательской работы и, возможно, могут быть названы подходами А.Е. Ферсмана в решении экологических требований на пути устойчивого развития.

Рассматривая научно-популярные книги А.Е. Ферсмана в свете нравственном, можно увидеть не только удивительно яркое популярное изложение знаний о минералах, но и желание умудренного жизненным опытом человека поделиться с молодежью своими взглядами на природу, на труд, на науку, на людей, на жизнь. Эти книги поразительно схожи с работами другого великого гуманиста XX века – Д.С. Лихачева – «Письма о добром и прекрасном», «Десять заповедей человечности». В занимательные истории удивительнейшим и естественным образом вплетены глубокие гуманистические послания, которые делают популярные работы А.Е. Ферсмана учителями многих поколений.

Нравственные аспекты пути устойчивого развития выражаются в ответственности перед будущими и прошлыми поколениями. Для минералога она состоит в комплектации и сохранении минеральных коллекций предыдущих ныне живущих поколений. Сохранить фрагменты исчезнувшей каменной природы для изучения новыми методами с новыми подходами – миссия минералогических музеев, обеспечивающая наряду с печатным словом преемственность знаний.

В сегодняшнее время триумфа в общественном сознании ценностей потребительского общества работы КЕПСа, Хибинской эпопеи кажутся невероятными. А.Е. Ферсман умел своим энтузиазмом и самопожертвованием делать окружающих людей сопричастными. Современник жестокого и трудного времени, он всегда сохранял оптимизм и человеколюбие. Его девиз «Будь полезен человечеству» как определение смысла жизни аналогичен девизу Д.С. Лихачева «Приумножать добро на Земле».

В письме к Г.С. Грициенко от 12 января 1945 г. из Кремлевской больницы А.Е. Ферсман пишет: «Рад за подрастающую молодежь. Учите их хорошенько, чтобы вышли хорошие специалисты и своим делом занимались с увлечением, а не формально.

Надо организовать экскурсии, чтобы студенты могли наблюдать самую природу и прониклись бы ею. Нельзя отрывать минерал от природы, он будет мертв. Последние годы стали забывать природу и оторвались от нее. Это нехорошо, ибо в природе большая сила».

В сегодняшние дни отчуждения от природы и рассмотрения ее только как объекта эксплуатации преклонение перед природой как нашей матерью, возрождение чувства единения с природой – основа экогуманизма.

ИННОВАЦИОННЫЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИДЕИ А.Е. ФЕРСМАНА И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ: ОТ «ТИЕТТЫ» ДО НАШИХ ДНЕЙ

Мелентьев Г. Б.

НИЦ «Экология и промышленная энерготехнология» Объединенного института высоких температур (ОИВТ) РАН, Москва, emalina@km.ru

Широкий диапазон исследований и творческого наследия А.Е. Ферсмана – выдающегося минералога и геохимика, географа и экономиста, историка и талантливого литератора – популяризатора научных знаний, блестящего преподавателя и оратора, позволяют оценивать его в ретроспективе как ученого-энциклопедиста международного уровня. В то же время для А.Е. Ферсмана характерна удивительная способность реализации прикладных результатов своих фундаментальных исследований в промышленное использование: два новых района нашей страны – Хибины и Каракумы – в течение нескольких лет были вызваны к жизни его талантом, целеустремленностью, высокой ответственностью и умением убеждать, причем в условиях крайней ограниченности в средствах молодого советского государства.

С этих позиций анализируется значимость приоритетных ресурсно-экономических идей А.Е. Ферсмана, реализация которых в нашей стране была успешно начата в 30–40-х годах прошлого столетия и приобретает особую актуальность в настоящее время в связи с назревшей необходимостью радикальной замены *экстенсивного* недропользования на *интенсивное* и, соответственно, экспортно-сырьевой модели российской экономики на *инновационную*.

1. **Геолого-экономический прогноз** А.Е. Ферсмана об уникальности запасов и качества фосфатного сырья в месторождениях Хибинского массива, реализованный благодаря поддержке С.М. Кирова в кратчайшие сроки, представляет собой пример высокой научной интуиции, базирующейся на знании. Следует иметь в виду, что успешное освоение хибинских недр в значительной степени было обусловлено научно-организаторским гением А.Е. Ферсмана и напряженной работой его сподвижников – сначала полевиков-геологов и минералогов, а затем – небольшого коллектива геохимиков и химиков-аналитиков первого в Кольском регионе научного стационара «Тиетта» в Хибинах, в дальнейшем реорганизованного в Кольскую базу АН СССР (пос. Кукисвумчорр, ныне микрорайон г. Кировска), в которой получили развитие и технологические разработки. Спустя десятилетия разведки и подсчетов запасов хибинских руд блестяще подтвердился «доразведочный» прогноз А.Е. Ферсмана об их масштабах (3,5 млрд т P_2O_5), а высокое качество апатитовых концентратов обеспечило их востребованность как в нашей стране, так и за рубежом.

2. **Комплексное использование минерального сырья** как вторая глобальная инновационная идея А.Е. Ферсмана в отличие от первой до сих пор не нашла должного

внимания и воплощения как со стороны горнопромышленного комплекса (ГПК), так и руководства нашей страны. В советское время этому препятствовали узковедомственная принадлежность и преимущественно монопродуктовое профилирование предприятий, а в новой России в условиях частной собственности на средства производства – стремление их владельцев к получению максимальной прибыли при минимальных затратах («коротким деньгам»). Тем самым сохраняется *экстенсивный* характер недропользования, унаследованный от советской системы хозяйствования. В результате в огромных масштабах продолжают накапливаться *отходы* добычи, обогащения и переделов рудного, горно-химического и угольного сырья, представляющие собой фактически высококомплексные *техногенные* месторождения и в то же время *очаги* экологического неблагополучия.

В качестве примеров рассматриваются объемы накопления, специфика минерального и химического состава отходов производства предприятий ЗАО «ФосАгро»: первичных – ОАО «Апатит» и вторичных – заводов по производству минеральных удобрений из апатита (с образованием фосфогипса), а также другие виды возобновляемых техногенных ресурсов, как правило содержащих повышенные концентрации особо ценных и токсичных компонентов, нередко превышающие их содержания в природном сырье.

3. *Стратегическое значение минерального сырья* в качестве инновационного направления в обеспечении национальной и экономической безопасности страны обосновывалось и пропагандировалось А.Е. Ферсманом на протяжении всей его научной деятельности и особенно интенсивно в годы Первой мировой и Великой Отечественной войны. В эти периоды в качестве члена различных военно-технических комитетов и руководителя комиссии по геолого-географическому обслуживанию Красной Армии он уделял основное внимание сбору и анализу информации по обеспеченности стратегическим минеральным сырьем нашей страны и стран воюющих коалиций, уделяя особое внимание титану, редким (ниобий, сурьма) и цветным металлам (медь, свинец, вольфрам, молибден и др.). С этих же позиций А.Е. Ферсман занимался химическими и технологическими проблемами промышленности, включая создание в СССР сырьевой базы и производств неметаллов (бентониты, цеолиты, слюды, полевые шпаты, облицовочные и драгоценные камни и др.), обосновывал необходимость синтеза искусственного кристаллосырья (кварца, алмазов, корунда, циркона и др.), придавал большое значение процессам техногенеза и т.д.

Как известно, многогранная научная, организаторская и просветительская деятельность А.Е. Ферсмана в сочетании с его кругозором, верой в эффективность научного предвидения и неиссякаемой энергией материализовались не только в фундаментальные монографии и статьи, публицистику и научно-художественные очерки, но и в создание целого ряда новых отраслей промышленного производства и институтов соответствующего

профиля, причем как отраслевых, так и академических. Это создавало необходимую конкурентную среду и несоизмеримо большие возможности решения проблемных ресурсно-технологического-экономических задач сравнительно с традиционным научным потенциалом вузов.

Очевидно, что инновационные научно-производственные идеи А.Е. Ферсмана, сформировавшиеся в условиях «мобилизационной экономики» и ускоренной индустриализации страны, опережали состояние умов» и в дальнейшем, в том числе сейчас в условиях «рыночной экономики». Между тем представителям бизнеса и власти должна быть очевидной необходимость повышения *конкурентоспособности* как российских предприятий, так и страны в целом, особенно в связи с планами вступления в ВТО за счет *интенсификации* и *экологизации* всей производственной сферы и прежде всего сырьевого сектора экономики.

Согласно оценкам специалистов, эффективность *системного* решения проблемы комплексной переработки и использования минерального сырья позволит увеличить на 25–30% выпуск товарной продукции, включая высоколиквидную химико-металлургическую, снизить ее себестоимость в 2–4 раза и обеспечить окупаемость в 1–2 года. Неизбежная при этом экологизация ГПК, ГМК И ТПК, судя по зарубежному опыту, обеспечивает непрерывность инновационно-технологического процесса и реализацию его в инженерно-технические решения и, как следствие, снижение уровней экологически обусловленной заболеваемости и преждевременной смертности персонала предприятий и населения. Примечательно, что в решении проблемы комплексного использования сырья А.Е. Ферсман учитывал не только экономический фактор, но и природоохранный. Мало известно, что Александр Евгеньевич был автором инструкций об охране природы для горнодобывающих предприятий и участвовал в разработке декрета об охране природы.

В свое время А.Е. Ферсман (1940 г.) указывал, что «...самое главное и принципиально важное – это смелые технологические подходы, опрокидывающие старые предельные нормы добычи полезных ископаемых и открывающие совершенно новые перспективы в ряде областей». В связи с этим мне особенно приятно отметить весомый научно-методический вклад Б.Н. Мелентьева (старшего) в комплексное изучение хибинского и других видов кольского минерального сырья на количественной основе. В 1936 г. он был назначен А.Е. Ферсманом заведующим геохимической лаборатории на «Тиетте» и затем последовательно, осуществляя руководство различными лабораториями в кольской базе (Кукисвумчорр) и Геологическом институте КНИЦ АН СССР (Апатиты), проводил химико-аналитические исследования фосфатного, глиноземного и титаново-редкометалльного сырья, создал методику фазового количественно-минералогического анализа апатито-нефелиновых руд и экспрессный метод контроля за их качеством, внедренные на ОАО «Апатит» и используемые

при подсчетах запасов, разработал целый ряд инновационно-технологических способов глубоких гидро- и пирохимических переделов эксплуатируемого и разведваемого сырья с получением новых видов конечной товарной продукции, включая создание системы дистанционной геотехнологической разработки хибинских месторождений в ненарушенном залегании. При этом Б.Н. Мелентьев, как один из ближайших помощников А.Е. Ферсмана и представителей его школы, на каждом этапе своей научной деятельности выращивал очередных преемников этой школы, кандидатов и докторов наук, способных решать прикладные задачи.

Для меня как сына Б.Н. Мелентьева, выросшего в Хибинах, заставшего на «Тьетте» А.Е. Ферсмана и общавшегося на первой своей работе в Минералогическом музее АН СССР с А.Н. Лабунцовым – первооткрывателем хибинских месторождений, неоднократно – с И.Д. Борнеман-Старынкевич, на Ферсманских чтениях – с Е.М. Ферсман, а затем – и с создателем ЛАМГРЭ в ИГЕМе и ИМГРЭ – К.А. Власовым при формировании моей собственной научной карьеры, включившей 15 лет договорных научно-производственных работ на Кольском севере, идеи А.Е. Ферсмана, его сподвижников и последователей всегда были путеводной звездой. Светлая память об этих энтузиастах в науке и их делах, опережавших время и состояние горнопромышленных производств, предопределила мой жизненный путь в полном соответствии с известным тезисом А.Е. Ферсмана: «Я призываю к новым формам нашего горного хозяйства, в котором геолог должен быть химиком, геохимик – технологом, технолог – экономистом, а хозяйственник, опираясь на всех вместе, тем общественником, который ставит новое социалистическое хозяйство на основе комбинирования».

В специфических условиях современной России нами сформулированы понятие и содержание *техноэкологии* как нового научно-производственного направления на пути от геоэкологии к дистанционной геотехнологии. В качестве примеров приводятся принципиально новые разработки специалистов НИЦ «Экология и промышленная энерготехнология» ОИВТ РАН, включая автора, по пирохимическому обогащению природного и техногенного рудного сырья с использованием ликвационной плавки для избирательного извлечения редких и токсичных элементов; комплексной переработке углей, шлакозольных отходов (ШЗО) ТЭС и несортированных твердых бытовых отходов (ТБО) с использованием высокотемпературных шахтных печей, электропиролиза и гидрохимических методов; по универсальным и эффективным способам глубокой очистки промышленных и бытовых промстоков и герметичному консервированию (иммобилизации) дисперсных отходов производства, потребления и особо опасных веществ с применением нового алюмосиликатного реагента (АСР) и т.д. Необходимо заметить, что портфель отечественных инновационных технологий в ресурсно-экологической сфере наполнен разработками,

сделанными в СССР и в новой России, но пока он остается не только невостребованным, но и не систематизированным и, главное, информационно недоступным для бизнеса и власти.

С изложенных позиций в презентации доклада приводятся ретроспективные фотоиллюстрации участников «хлебной эпопеи» и сотрудников «Тетты», основные результаты реализации автором идей А.Е. Ферсмана в научно-производственной сфере и рекомендации на ускоренное решение проблемы интенсификации и экологизации горнопромышленных производств, в том числе за счет развития инновационного ресурсно-техноэкологического предпринимательства в условиях оптимизации совместных усилий науки, бизнеса, власти и государственно-частного партнерства.

РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О МИНЕРАЛЬНОМ ВИДЕ – ФУНДАМЕНТАЛЬНОМ ТАКСОНЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ – ОТ А.Е. ФЕРСМАНА ДО НАШИХ ДНЕЙ

Мозгова Н.Н.

ИГЕМ РАН, Москва, mozgova@mail.ru

Как подчеркивали академики В.И. Вернадский и А.Е. Ферсман, минералогия в цикле геологических дисциплин является древнейшей наукой о Земле и ее веществе. За тысячелетнюю историю существования минералогия с развитием других наук и техники меняла свое содержание и положила начало целому ряду новых научных направлений [1]. Все это отражалось на подходах к систематике минеральных объектов и характеристике основных понятий. Из краткого обзора ранних классификаций природных соединений в Минералогической энциклопедии [2] следует, что минералы находили в них свое место с IV века до н.э. Так, деление минералов на металлы и камни (или земли), данное учеником Аристотеля Теофрастом в книге «О камнях», существовало почти 2000 лет.

Прообразы современных классификаций минералов возникли в начале XIX века, причем в их основу клались разные принципы. С одной стороны, это классификация минералов несиликатов, разработанная шведским химиком Якобом Берцелиусом в 1814 г. и основанная на химизме минералов. С другой, Фридрих Моос (создатель шкалы твердости минералов) ввел «Естественную историческую систему» классификации минералов (1822–1824), включавшую классы, порядки, роды и виды. Большая дробность делала систему неудобной для обиходного использования, но была включена в 1837 г. Джеймсом Дэна в 1-е и 2-е издания его «Системы минералогии».

В эти годы разгорелась борьба между сторонниками естественно-исторических систем и их противниками, считавшими химический состав минералов более подходящей основой для создания классификаций. Дж. Дэна, приняв во внимание доводы противников «естественно-исторических» систем, в 3-м издании своей «Системы минералогии» перевел классификацию на химическую основу, несколько изменив таксономию, и с тех пор она переиздается с теми или иными изменениями по настоящее время. Система Берцелиуса – Дэна наиболее совершенную форму обрела в 7-м издании «Системы минералогии». В дальнейшем предпринимались отдельные попытки создания классификации на геологической основе (например, Е.К. Лазаренко, 1975). Но большинством исследователей была принята химическая классификация минералов, подкрепленная по мере развития рентгеновского метода структурными данными. В отечественной литературе классификации Дэна близки классификации А.Г. Бетехтина, Е.К. Лазаренко, справочника «Минералы» под ред. Ф.В. Чухрова и др. Развитие химическая классификация минералов в дальнейшем получила в

работах А.А. Годовикова. В минералогической классификации фундаментальная единица (таксон) – минеральный вид – с начала XIX века стала определяться постоянством кристаллических форм (в дальнейшем структуры) и/или химического состава.

Открытие в 1819 г. Э. Митчерлихом явления изоморфизма и последующее развитие этих идей отразились на трактовке понятия минеральный вид. Одни исследователи (К.Ф. Раммельсберг, А.К. Болдырев, А.Г. Бетехтин, Г.Б. Бокий и др.) условно делили каждый изоморфный ряд на минеральные виды (в двухкомпонентных системах выделялись 3 вида: 2 крайних члена с содержанием второго компонента до 25% и промежуточный член). Представители другого направления (Н. Винчелл и А. Винчелл, П. Ниггли, Дж. Дэна, А.С. Поваренных, Е.К. Лазаренко и др.) рассматривали всю изоморфную серию как один минеральный вид. В «Системе минералогии» Дж. Дэна с соавторами подчеркивали, что принимают серию за естественную минералогическую единицу, поскольку произвольное деление не дает полного представления о ее частях.

На необходимость уточнения понятия «минеральный вид» А.Е. Ферсман указывал уже в 1938 г., отмечая, что при анализе природных явлений следует «применять одни и те же понятия, хотя бы условные» [3]. Созданная в 1959 г. Комиссия по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации (далее КНМ ММА) на одном из своих заседаний (Монреаль, 1972 г.) по предложению Д.П. Григорьева внесла в повестку обсуждение минерального вида, но не выработав единого определения, оставила этот вопрос открытым. Это понятие также широко дискутировалось на собраниях аналогичной комиссии ВМО (например, в Киеве, 1978 г.) и на специальном межотраслевом совещании по определениям понятий «минеральный вид» и «разновидность минерального вида» в Черноголовке (1979 г.). В дискуссиях принимали участие многие ведущие минералоги СССР, но по-прежнему консенсуса достигнуть не удалось. Для примера приведем три определения тех лет. По А.Г. Булаху (1977), «минеральный вид – природное химическое соединение, характеризующееся специфическим составом (и пределами его вариации) и определенной кристаллической структурой». Согласно Е.К. Лазаренко (1978), «минеральный вид – систематическая категория, состоящая из минеральных индивидов, у которых состав и структура одинаковы или изменяются непрерывно». А.С. Поваренных (1978) к одному минеральному виду относит «все минеральные индивиды, обладающие структурной группой и химическим составом, лежащим в пределах ряда непрерывного изменения».

Эти примеры привлекли наше внимание в связи с результатами исследований нестехиометрии и гомологических рядов сульфосолей (Мозгова, 1977, 1979, 1984, 1985 и др.). С физико-химической точки зрения нестехиометрические соединения – это соединения,

в которых элементы образуют неустойчивый твердый раствор. Область гомогенности может быть образована твердыми растворами замещения, вычитания и внедрения, что в кристаллоструктурном плане обеспечивается наличием смешанных позиций в структуре, внедрением преобладающего элемента в пустоты структуры или появлением дырок-дефектов в позициях одного из компонентов. Основной признак нестехиометрических соединений – их способность изменять область гомогенности при смене физико-химических условий и распадаться на ряд упорядоченных фаз, каждая из которых имеет более узкий интервал составов. Состав и строение соединений одного ряда однотипны, т.е. члены ряда являются гомологами. Такие ряды, подобно изоморфным сериям, предлагалось нами приравнивать к минеральному виду, модифицируя это понятие следующим образом: «к одному минеральному виду относятся минералы с одинаковым или непрерывно меняющимся составом и строением, а также закономерно-прерывистым изменением состава и структуры в композиционной области одного стехиометрического соединения» [4]. Тогда изоэлементный гомологический ряд может рассматриваться как один минеральный вид, а его члены как структурно-химические разновидности. В случае же гетеровалентного состава ряда к самостоятельным минеральным видами можно относить крайние члены.

В последнее время появились новые аналитические возможности детализации структур, что породило бурный хаотический рост числа минеральных видов [5, 6 и др.] и новый взрыв дискуссии по этому поводу.

В какой-то мере это вызвано новыми пояснениями к руководству по номенклатуре минералов, опубликованными КНМ ММА в 1998 г. [7]. Ограничиваясь самой общей и краткой формой определения минерального вида («минеральный вид есть минеральное вещество строго определенного химического состава и кристаллографических характеристик, заслуживающее особое название»), КНМ ММА подробно останавливается на критериях для выделения минерального вида. Здесь пристальное внимание привлекает пояснение по использованию в этих целях химического состава. «Главное правило для критерия выделения минерального вида по химическому составу состоит в том, чтобы по крайней мере одна структурная позиция в потенциальном новом минерале была преимущественно занята иным химическим компонентом, чем в других уже известных минералах». Такие критерии могут свести минеральный вид к уровню химической или химико-структурной разновидности, которые в этом разделе вообще не обсуждаются. Для удобства пользования минеральный вид должен быть не самой мелкой структурной единицей классификации, а фундаментальным таксоном, основанным на наиболее существенных общих признаках, подобно тому как в Периодической системе элементов основной единицей является элемент, а не его изотопы.

Таким образом, разработка минералогической классификации продолжается и дискуссии по поводу минерального вида время от времени вспыхивают с новой силой, что во многом определяется развитием сопредельных наук и технических возможностей.

Литература

1. *Ферсман А.Е.* Задачи минералогии в нашей стране. ЗВМО, ч. LXXIV, **1945**, № 1, 10–24.
2. Минералогическая энциклопедия. Л.: Недра, 1985.
3. *Ферсман А.Е.* О числе минеральных видов. ДАН СССР, **1938**, том XIX, № 4, 271–274.
4. *Мозгова Н.Н.* Нестехиометрия и гомологические ряды сульфосолей. М.: Наука, **1985**.
5. Боруцкий Б.Е. Что происходит с нашей минералогией. Природа, **2007**, № 2, 5–14.
6. *Булах А.Г.* Химические, структурные и химико-структурные разновидности минералов, и еще раз о путях рационализации минералогической номенклатуры. ЗРМО, **2008**, № 1, 101–103.
7. *Никель Е.Х., Грайс Д.Д.* КНМНМ ММА: правила и руководства по номенклатуре минералов (1998). ЗВМО, **1999**, № 2, 51–65.

О СОВРЕМЕННОЙ РТУТНОЙ ДЕГАЗАЦИИ В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ОБЛАСТЯХ (НА ПРИМЕРЕ КАМЧАТКИ)

Озерова Н.А.

ИГЕМ РАН, Москва, ozerov@rinet.ru

На Камчатке нами проводились газортутные исследования на вулканах Ключевской, Безымянный, Мутновский и в вулcano-тектонической кальдере Узон. В региональном плане вулканы Ключевской и Безымянный расположены в зоне СВ глубинных разломов. При облетах этой зоны на вертолете на высоте 500 м установлены ртутные аномалии в приземной атмосфере. Кроме того, были предприняты атмохимические исследования ртути (Hg) непосредственно на этих вулканах (вертолетный вариант). На вулкане Безымянном, находящегося в активной стадии, выполнена серия облетов по профилю запад–восток через кратерную область. На высоте 500 м зафиксированы аномалии ($n \cdot 10^{-8}$ г/м³), свидетельствующие о поступлении Hg в атмосферу. На вулкане Ключевском проведение таких исследований было весьма затруднено. Мы провели серию облетов над вершинным кратером (4822 м) на высоте 600 м над кромкой кратера и не обнаружили Hg аномалий, а проводить исследования на более низких высотах не позволили активно поднимающиеся воздушные потоки, связанные с донными фумаролами. В то же время облеты восточного склона Ключевского вулкана через шлаковые конуса Билюкай и Былинкиной (в настоящее время неактивных) позволили установить на высотах 5–10 м от кромки кратеров отчетливое выделение Hg в атмосферу (аномалии $n \cdot 10^{-8}$ г/м³). Кратера на таких конусах, очевидно, служат проницаемыми участками для Hg-содержащих эманаций как отражение основной вулканической деятельности в вершинном кратере Ключевского вулкана. Источник Hg в атмохимических ореолах на вулканах Ключевской и Безымянный, как следует из сейсмовулканической модели глубинного строения этих вулканов [1], связан с магматическим очагом мантийного заложения.

Чтобы представить те концентрации Hg, которые поступают в атмосферу за счет фумарольной деятельности в период активизации вулкана (Т до 280 и 500 С), приведем данные по ртутоносности флюидов из донных фумарол Мутновского вулкана: $7 \cdot 10^{-5}$ г/м³ в газовой составляющей флюида и $5 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-3}$ г/л в конденсате пара. Это самая высокая среди известных в литературе концентраций Hg в фумарольном флюиде. С ослаблением вулканической активности содержания Hg в конденсате пара из фумарольных газов понижаются до $n \cdot 10^{-7} - n \cdot 10^{-6}$ г/л. Проведенные исследования в Мутновском блоке Камчатки (где расположены вулканы Мутновский и Горелый) по выявлению взаимосвязи между сейсмической активностью (мантийные глубины 70–300 км), вулканической деятельностью и

интенсивностью поступления Hg-содержащих флюидов свидетельствуют о мантийном уровне Hg дегазации в этой провинции [2].

В кальдере Узон по широтному профилю четко проявлены два Hg ореола в приземной атмосфере (пешеходный вариант); протяженность – 3 и 1,5 км, содержание – $n \cdot 10^{-8}$ г/м³. Первый ореол восточный, приурочен в Восточному термальному полю и термальному полю в районе озера Фумарольное, где широко проявлены площадные литохимические Hg ореолы и известна редкая вкрапленность Hg минералов. Здесь в газовой фазе термальных источников установлено $(1-28) \cdot 10^{-6}$ г/м³ Hg. При исследованиях на дельтаплане на высотах 10–25 м был установлен крупный ореол (2,5 x 1,0 км), тяготеющий к Hg-содержащим термальным полям. Второй ореол в приземной атмосфере, западный, находится вне поля гидротермально измененных пород и современной гидротермальной деятельности, но расположен в весьма проницаемой для Hg-содержащих флюидов зоне – участке пересечения СВ и СЗ нарушений, принадлежащих основным системам глубинных разломов Камчатки [3].

Далее в результате исследований содержаний Hg в прибрежной с Камчаткой акватории Тихого океана (корабль) в надводной атмосфере установлена серия атмохимических Hg аномалий ($n \cdot 10^{-8}$ г/м³). Последние, по данным сейсмологических исследований, приурочены к зонам разломов, трассирующихся из океана на СЗ разломы на суше. Один из них – Утхалокский – контролирует поступление Hg в кальдеру Узон как в связи с гидротермальной деятельностью, так и при ее отсутствии. Другой пример – Жупановский СЗ разлом. На участке его продолжения в океан проявлена Hg аномалия в надводном ореоле. На континенте, в узле его пересечения с Восточно-Камчатским разломом, фиксируются повышенные (до $1,8 \cdot 10^{-4}$ %) концентрации Hg в донных осадках озера, включающего молодой шлаковый конус Карымского вулкана [4]. Третий пример – Тигильский СЗ глубинный разлом, в пределах которого находится район Киреунских термальных источников. Здесь проявлены атмохимические Hg аномалии (вертолет), как на участках проявления гидротермальной деятельности, так и при ее отсутствии. Особо следует отметить район Пиначевских холодных (9°C) источников, расположенных в пределах Петропавловского СЗ разлома (пешеходный вариант). Hg профилирование показало наличие аномалий в воздухе над источниками (которые фиксируют наиболее проницаемые зоны) при полном отсутствии проявлений гидротермальной деятельности. При трассировании этого разлома в океан наблюдается четкая Hg аномалия в надводном ореоле.

В заключительной части кратко остановимся на образовании Hg минерализации из газовой фазы. Наиболее информативен вулкан Менделеева. На выходах фумарол отлагается сера с подчиненным количеством сульфидов железа и реже HgS. Мелкие включения HgS установлены и в самой сере. На площадках, где работают только сольфатары, в пустотах и

порах обнаружены выделения HgS. Фумарольная сера на всех изученных нами вулканах: Менделеева, Головнина (о. Кунашир), Эбеко (о. Парамушир), кальдера Узон (Камчатка) – обогащена Hg – до 0,13 %. Hg здесь, очевидно, связана с тонкодисперсной HgS. Ежегодное выделение Hg в связи с фумарольной серой оценивается для вулкана Менделеева более 20 кг, а в пересчете на HgS более 30 кг. На Мутновском вулкане в кратере установлено образование киновари в грязевом котле из солянокислых растворов (pH – 0,15; T – 100 C), которые представляют собой естественные конденсаты высокотемпературных фумарольных струй. В дальнейшем киноварь мигрирует из кратера по р. Мутная и формирует шлиховой ореол (12 км, до 140 знаков в пробе). Кристаллизация HgS из газовой фазы описана также в работах [5, 6]. Установлено, что на верхних горизонтах месторождения Сулфур Бэнк часть HgS ассоциирует с хорошо ограненными кристаллами серы, образовавшимися из газовой фазы; кроме того, в таких кристаллах отмечались включения HgS. Экспериментальные исследования по выращиванию кристаллов HgS из газовой фазы (T – 200 C), по составу близкой таковой на вулкане Менделеева, позволили получить в условиях опыта кристаллики HgS [7], по морфологии и размерам (0,05–0,2 мм) аналогичные некоторым наблюдавшимся на вулкане Менделеева. Если рассматривать проблему шире, то следует напомнить о газовых месторождениях с высокими содержаниями Hg в газе, которые рассматриваются нами как принадлежащие эманационному классу Hg месторождений; отсутствие в них HgS лимитируется отсутствием сероводорода [8]. Резюмируя, подчеркнем следующее. Даже из приведенного краткого описания очевидно, что процессы ртутной дегазации в Камчатском регионе проявлены более широко, чем только в связи с вулканическими процессами, и реализуются по зонам глубинных разломов мантийного заложения. Возможность образования Hg минерализации из газовой фазы как в связи с фумарольной деятельностью, так и с газовыми месторождениями не вызывает сомнения.

Литература

1. *Озеров А.Ю., Аriskин А.А., Кайл Ф., Богоявленская Г.Е., Карпенко С.Ф.* Петролого-геохимическая модель генетического родства базальтового и андезитового магматизма вулканов Ключевской и Безымянный, Камчатка // *Петрология*. **1997**, том 5, № 6.
2. *Озерова Н.А., Шикина Н.Д., Борисов М.В., Широков В.А., Карпов Г.А. Кирсанов И.Т. Груздева М.А. Голованова Т.И.* Ртуть в современном гидротермальном процессе // *Современные гидротермы и минералообразование*. М.: Наука, **1988**.
3. *Ozerova N.A.* Mercury in Geological Systems // *Global and Regional Mercury Cycles: Sources, Fluxes and Mass Balances*. Kluwer Academic Publishers, **1996**.
4. *Новейший и современный вулканизм на территории России*. М. Наука, **2005**.

5. *White D.E.* Mercury and base-metal deposits with associated thermal and mineral water // *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*. New York, **1967**.
6. *White D.E., Roberson C.E.* Sulfur Bank, California a Mayor Hot-Spring Quicksilver Deposit // *Petrologic Studies*. Geol. Soc. Amer. a volume to honor. A.F. Buddington, **1962**.
7. *Балицкий В.С., Озерова Н.А., Комова В.В.* Гидротермальная кристаллизация и типоморфные особенности киновари и антимонита. М.: Недра, **1983**.
8. *Ozerova N.A.* Mercury-hydrocarbon deposits – new genetic type of mercury deposits // 12 the Quadrennial IAGOD Symposium. М.: CD-ROM, **2006**.

А.Е. ФЕРСМАН И ЕГО УЧЕНИЕ О ТИПОМОРФИЗМЕ МИНЕРАЛОВ

Павлишин В.И.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина,

pavlyshin@mail.univ.kiev.ua

1. В обширном и многогранном научном наследии А.Е. Ферсмана видное место занимают труды по типоморфизму минералов [3].

Молодой ученый, пока в рамках кристалломорфологического направления минералогии, по результатам исследования кварца и алмаза, сформулировал новый подход к решению проблемы: *«Кристалл неизбежно несет на себе следы предыдущих моментов своего существования, и по его форме, по скульптуре его граней, мелочам и деталям его поверхности мы можем читать его прошлое [6, с.15],* – а уже через год вводит в науку термин «генетическая минералогия».

Следующая очень важная страница учения о типоморфизме минералов связана с развитием А.Е. Ферсманом представлений по минералогии и геохимии пегматитов [7]. На основе анализа соотношения минералов в пределах геофаз и между геофазами пегматитового процесса он дал следующее определение типоморфного минерала: *«Типоморфными минералами мы называем минералы, занимающие по тем или иным причинам определенное место в геохимическом процессе и поэтому отвечающие тому, что в исторической геологии мы называем «руководящими ископаемыми» [7, с.296].* Наряду с типоморфными минералами Александр Евгеньевич различает типоморфные свойства (признаки) минералов, подчеркивая, что *«чаще типоморфными являются отдельные свойства минералов...» [7, с.297],* вкладывая в это понятие *«...изменения в химическом составе, в окраске, в содержании изоморфных примесей, в кристаллическом облике или полиморфной модификации» [7, с.297].*

Таким образом, основу учения о типоморфизме минералов А.Е. Ферсмана составляют два понятия – типоморфный минерал и типоморфные свойства (признаки) минералов. Затем ученый дополнил его новыми фактами, прикладными аспектами и в итоге определил две главные линии развития учения – генетическую и прикладную.

2. Послеферсмановский (современный) этап развития учения о типоморфизме минералов характеризуется достаточно интенсивным накоплением новых фактов типоморфного содержания (типоморфизм химического, в т.ч. изотопного состава, кристаллической структуры, дефектности, морфологии, анатомии, включений, свойств минералов), появлением обобщений на разных уровнях организации минерального вещества [см., например, 4, 9 и др.], расширением понятийной системы учения, например, представлением о конвергенции минералов и

типоморфности ассоциаций минералов [8], совершенствованием его теоретических основ [2, 10 и др.], поиском и появлением новых типоморфных признаков минералов, прежде всего на атомно-электронном уровне (многочисленные работы представителей московской и киевской школ по физике минералов – А.С. Марфунина, Л.В. Бершова, А.Н. Платонова, А.Н. Таращана и др.), выявлением полу- и количественных параметров связи между минералами и условиями их образования, усилением внимания к прикладным аспектам учения [1] и др. В итоге учение о типоморфизме минералов становится одним из ведущих научных направлений современной минералогии.

Представление о том, что учение о типоморфизме минералов – теоретическая основа поисковой минералогии, – ныне укрепило позиции прикладной минералогии, усилило значение минералогического картирования и разработку минералогических методов и критериев поиска и оценки месторождений полезных ископаемых. При решении прикладных задач целесообразно, по нашему мнению, учитывать онтогенез минералов, поскольку важность получаемой в этом случае системы типоморфных признаков, дифференцированных в соответствии с жизнью минеральных индивидов (агрегатов) и конкретными элементами анатомии минералов, возрастает на порядок [5].

3. Основу нашей концепции учения о типоморфизме минералов составляют такие понятия:

- **Типоморфизм минералов** – их способность фиксировать условия среды минералообразования (преобразования), которые отражаются в образовании отдельных минералов, их ассоциаций и (или) в индивидуальных особенностях минералов.

- **Типоморфный минерал** – минерал, характерный для связанных генетической общностью природных образований.

- **Типоморфные признаки (или ассоциации) минералов** – признаки (или ассоциации) минералов, возникающие в определенных условиях кристаллизации (преобразования) и позволяющие оценивать эти условия, их связь с рудоносностью.

- **Типоморфологический анализ** – методы и способы выявления, оценки типоморфных минералов (признаков, ассоциаций) и получения данных о физико-химических условиях образования (преобразования) минеральных объектов.

- **Принцип наследственности типоморфных признаков** – наследование типоморфных признаков минералами, возникающими в процессе развития родственной среды минералообразования.

Литература

1. Гинзбург А.И., Кузьмин В.И., Сидоренко Г.А. Минералогические исследования в практике геологоразведочных работ. – М.: Недра, **1981**. 237 с.
2. Минералогические индикаторы генезиса эндогенных руд. Н.В. Петровская, Н.Н. Мозгова, Ю.С. Бородав и др. – М.: Наука. **1987**. 230 с.
3. Павлишин В.И. А.Е. Ферсман и учение о типоморфизме минералов. – Минерал. журн., **1983**, №5, с. 52–69.
4. Павлишин В.И. Типоморфизм и поисково-оценочное значение пирита. – Киев: УкрГГРИ, **2004**. 160 с.
5. Павлишин В.І., Матковський О.І., Довгий С.О. Генезис мінералів. – Київ: ВПЦ „Київський університет”, **2003**. 672 с.
6. Ферсман А.Е. Кристаллография алмаза. – М.: Изд-во АН СССР, **1955**. 566 с. (Классики науки).
7. Ферсман А.Е. Пегматиты: Избранные труды (в 7 т.) – М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 6, 742 с.
8. Чухров Ф.В. Типоморфизм – важнейшая проблема современной минералогии. В кн.: Типоморфизм минералов. – М.: Наука, **1969**, с. 3–13.
9. Юргенсон Г.А. Типоморфизм и рудные формации. – Новосибирск: Наука, **2003**. 368 с.
10. Юшкин Н.П. Теория и методы минералогии. – Л.: Наука, **1977**. 291 с.

МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ ЩЕЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА ДАРАИ-ПИЕЗ

Паутов Л.А.*, Агаханов А.А.*, Карпенко В.Ю.*, Хворов П.В.**

**– Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН, Москва, pla58@mail.ru*

***– Институт минералогии УрО РАН, Миасс, Россия*

Щелочной комплекс Дараи-Пиез (Таджикистан) представляет из себя многофазный массив, сложенный гранитами, кварцевыми сиенитами, канкринитовыми сиенитами, карбонатитами, разнообразными щелочными пегматитами и фенитами, развитыми как по интрузивным породам, так и в меньшей степени по породам рамы. Первые данные о массиве получены во время работ Таджикско-Памирской экспедиции А.В. Москвиным и опубликованы в 1937 г. Дальнейшими исследованиями В.Д. Дусматова, Е.И. Семенова, А.Ф. Ефимова, А.А. Ганзеева и др. на Дараи-Пиезском массиве выявлена и описана уникальная редкометалльная и борная минерализация. Первый список минералов массива приведен в 1971 г. В.Д. Дусматовым в кандидатской диссертации, а наиболее полный на свое время – в 2005 г. в докторской диссертации И.В. Пекова. Единственной печатной обобщающей работой по минералогии массива можно считать статью Д.И. Белаковского (Belakovskiy, 1991). За последние годы были сделаны новые находки минералов на Дараи-Пиезе, и в настоящее время общий кадастр минералов массива насчитывает 185 минеральных видов (табл. 1), 55 из которых обнаружены авторами доклада. Минералогия этого щелочного комплекса во многом уникальна: 14% из известных на массиве минералов представлено новыми минеральными видами, впервые описанными на Дараи-Пиезе. Одной из особенностей массива является разнообразие минералов В, Li, Cs: на Дараи-Пиезе известно 19 собственных минералов бора, 17 – лития, 5 – цезия. Отметим, что все 5 собственных минералов цезия, известных на массиве, открыты на Дараи-Пиезе. Нами получены новые данные по геохимии и минералогии цезия: выявлены в кристалло-флюидных включениях в лейкофените из пегматитов многочисленные силикатные фазы цезия, обнаружены предположительно новые минералы – цезиевый цеолит, борный аналог поллуцита, цезиевый аналог тайниолита, цезиевая титановая слюда и др. Выявлена оловянная минерализация в карбонатитах, представленная браннокитом и оловосодержащим согдианитом, минералом ряда титанит–малайяит, непрерывным рядом бацирит–пабстит, оловянным аналогом баратовита.

Очевидно, что приведенный список минералов не исчерпывает всего минерального разнообразия щелочного комплекса и будет пополняться. В настоящее время почти не затронуты минералогическим изучением очень интересные карбонатиты массива, плохо

изучены породообразующие минералы, недостаточно изучены рудные минералы, в процессе изучения находится группа таджикита, совсем не изучены группы хлорита и скаполита.

Табл. 1. Список минералов Дарай-Пиезского щелочного комплекса

Название минерала	Изученность	Распространенность	Название минерала	Изученность	Распространенность	Название минерала	Изученность	Распространенность
Агреллит	3	3	Зеравшанит*	3	1	Сенкевичит*	3	1
Азурит	2	2	Ильменит	2	2	Сера	2	2
Актинолит	2	3	Казолит*	2	1	Сидерит	0	0
Алланит-(Ce)	0	0	Кайнозит-(Y)*	2	1	Сирлезит	1	0
Аламосит*	2	1	Калькибеборсилит-(Y)	3	3	Скаполит, гр.	0	0
Альбит	2	4	Кальциоурсилит*	1	2	Скородит	0	0
Альмандин	0	0	Кальцит	3	4	Смитсонит	0	0
Аминовит	1	1	Канкринит	2	4	Согдианит	3	4
Анальцим	0	0	Капицаит-(Y)*	3	1	Содалит	0.	0
Анатаз	2	2	Каппеленит-(Y) *	2	1	Соколоваит*	3..	1
Андалузит	1	2	Карбокентбруксит	3	2	Стеллерит	2	2
Англезит	2	2	Катаямалит ?*	1	2	Стиллуэллит-(Ce)	3	2
Андрадит	2	3	Кварц	3	5	Стильпноmelан	1	2
Анкилит-(Ce)*	2	1	Кентбруксит	2	2	Стронцианит*	2	2
Аннит	2	4	Кианит	0	0	Сугилит*	2	3
Антимонит	0	0	Киноварь	0	0	Сурхобит	1	0
Антофиллит	0	0	Клиноцоизит	0	0	Сфалерит	2	3
Араповит*	3	2	Клиноэнстатит	0	0	Таджикит-(Ce)	3	2
Арсенопирит	1	1	Кордиерит	0	0	Таджикит-(Y)	3	2
Арфведсонит	2	3	Ксенотим-(Y)	0	0	Тайниолит	2	3
Астрофиллит	2	3	Ксонотлит	0	0	Тирагаллоит*	1	1
Баотит*	3	1	Куплетскит*	2	1	Титанит	2	3
Баратовит	3	2	Куспидин	0	0	Титантарамеллит*	2	1
Барилит	3	1	Лабунцовит, гр.	0	0	Торит	2	2
Барит	2	1	Лейкосфенит	3	3	Тремолит	2	3
Баритокальцит	0	0	Лейкофан	2	3	Туркестанит*	3	3
Бафертисит	3	3	Лееллингит	2	2	Тяньшанит	3	1
Бацитрит*	3	2	Магнезиоарфведсонит*	2	3	Уранинит*	2	2

Березанскит*	3	2	Магнетит	1	3	Файзиевит*	3	1
Бетафит	1	2	Малахит	2	2	Фекличевит	2	2
Браннокит*	2	1	Малеевит*	3	1	Фергусонит-(Ce) *	2	2
Бритолит*	2	1	Манганнептунит	2	2	Ферроаксинит*	2	1
Брукит	2	2	Манганоколумбит*	2	1	Ферувит*	2	2
Везувиан	2	2	Марказит*	2	3	Флогопит	2	3
Вермикулит	0	0	Мизерит	2	3	Флоренсит-(Ce)	0	0
Виллемит*	2	2	Микроклин	2	5	Флюорит	3	3
Виноградовит	1	0	Молибденит	2	2	Фойтит*	2	2
Висмут*	2	1	Монацит-(Ce)	2	2	Фторапатит	2	4
Власовит*	2	2	Москвинит-(Y)*	3	1	Фторапофиллит	2	2
Волластонит-7Т	2	3	Мусковит	2	4	Фтормагнезиоарфве	2	3
Вюстит	1	0	Наливкинит*	3	2	Халькопирит	2	2
Гагаринит-(Y)	0	0	Намбулит*	2	1	Хейтманит*	2	3
Галенит	2	3	Нептунит	2	3	Хлорит, гр.	1	3
Гаспарит-(Ce)*	2	1	Нефелин	1	0	Хондродит	0	0
Гастингсит	2	4	Нордит-(Ce)	2	1	Цезийкуплетскит	3	2
Геденбергит	2	3	Ортоклаз	0	0	Цектцерит*	3	3
Гелландит*	2	1	Пабстит*	3	2	Целестин	0	0
Гематит	2	2	Пековит*	3	1	Церуссит	2	2
Гемиморфит	2	2	Пектолит	2	4	Циркон	2	2
Гетит	2	3	Перроит*	2	2	Цирсилит-(Ce)	3	2
Гиалотекит*	2	2	Пирит	2	3	Цоизит	0	0
Гипс	2	2	Пирофанит*	2	2	Чевкинит-(Ce)*	2	1
Гиттинсит*	2	1	Пирохлор	2	3	Шерл	2	3
Графит	2	3	Пирротин	2	3	Шибковит*	3	1
Данбурит	2	3	Плюмбобетафит*	2	1	Шпинель	0	0
Дарапиозит	3	1	Плюмбопирохлор*	2	1	Эгирин	3	5
Датолит	2	2	Полилитионит	3	4	Эденит	2	2
Диккит	0	0	Пренит	1	0	Эльпидит	2	2
Диопсид	2	3	Рибекит	1	2	Эпидидимит*	2	1
Доломит	1	0	Ридмерджнерит	3	4	Эпидот	2	2
Дусматовит*	3	1	Ринкит	2	2	Эпсомит	0	0
Железо	0	0	Рутил	2	2			

Примечание: жирным шрифтом выделены минеральные виды, впервые открытые на Дараи-Пиезе; * – минералы, обнаруженные и изученные авторами статьи или с их участием. Изученность весьма условно оценена по шкале: (3) – минералы, открытые на Дараи-Пиезском массиве и минералы, для которых выполнены расширенные исследования состава, физических свойств, получена рентгеновская порошковая диаграмма или проведена расшифровка или уточнение кристаллической структуры, позволяющие однозначно диагностировать минерал, (2) – минералы, диагностика которых опирается на инструментальные методы и не вызывает

сомнений, хотя и не получен полный комплекс диагностических характеристик. (1) – минералы, для которых выборочно получены те или иные характеристики, но изученность которых недостаточна для однозначного отнесения к тому или иному минеральному виду, (0) – минералы, диагностика которых не сопровождалась инструментальными исследованиями или минералы, упомянутые в литературе без обоснования достоверности диагностики.

Распространенность: (5) – породообразующий минерал, (4) – второстепенный минерал или породообразующий минерал редких разновидностей горных пород, (3) – относительно распространенный минерал, но не образующий крупных скоплений или акцессорный минерал главных типов горных пород массива, (2) – редкий минерал, встречен в незначительных количествах в отдельных типах пород, (1) – очень редкий минерал, единичные находки, (0) – сведения о распространенности отсутствуют или противоречивы, а сам минерал нами пока не встречен на Дарай-Пиэзе.

НЕОБЫЧНЫЕ НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ: ИГРА ПРИРОДЫ ИЛИ КЛЮЧ К РАЗГАДКЕ ЕЕ ТАЙН?

Пеков И.В.

МГУ им. М.В. Ломоносова, геологический ф-т, кафедра минералогии, mineral@geol.msu.ru

Многие минералы, открываемые в наши дни, весьма необычны по химическому составу и/или кристаллической структуре. Они плохо укладываются в рамки представлений, существующих в классической геохимии, кристаллохимии природных соединений и термодинамике минералообразующих процессов. В большинстве своем такие минералы редки, и многие исследователи, работающие в области геологии и геохимии, склонны относиться к ним как к чему-то несущественному, своего рода игре природы. Такое мнение представляется неверным: любой минерал, даже самый редкий и образующий микроскопические выделения, возникает неслучайно и отражает определенные особенности условий его формирования. Если минерал необычен по составу или структуре, то это однозначно указывает на необычность физических и/или химических характеристик, общих или локальных, породившей его геологической среды. Подчас именно экзотические фазы, пусть и найденные в микроколичествах в ассоциации с имеющими широкие поля устойчивости обычными минералами, служат индикатором тонких особенностей минералогенеза.

Некоторые из таких минералов очень важны и в чисто кристаллохимическом или геохимическом аспекте: они демонстрируют принципиально новые типы кристаллических структур (что может обуславливать и необычные свойства, включая технологически интересные), в том числе такие, которые обнаруживают сильное сродство к редким или рассеянными химическим элементам. Таким образом, значимо расширяются наши представления о формах концентрации многих элементов в природе и о структурном разнообразии химических соединений, в том числе минералов.

Сказанное можно проиллюстрировать на примере некоторых новых минеральных видов, открытых автором при участии коллег за последние семь лет.

Так, **паутовит** CsFe_2S_3 ярко демонстрирует халькофильное поведение цезия на поздних стадиях эволюции высокощелочных пегматитов и очень высокую степень сродства структурного типа расвумита к этому элементу. Примечательно не только то, что вторым по содержанию Cs среди природных соединений оказался сульфид, но и то, что столь богатая этим редким металлом фаза (37 мас.% Cs) обнаружена в дифференциатах в целом достаточно бедного цезием Ловозерского массива (Кольский п-ов). Обнаружение **вильгельмрамзайта** $\text{Cu}_3\text{FeS}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ привело к возникновению представлений о том, что природные сульфиды, содержащие молекулярную воду, в подавляющем большинстве случаев формируются за счет

своих высокощелочных предшественников путем замещения крупных слабосвязанных в их структурах атомов щелочных металлов молекулами воды в низкотемпературных гидротермальных условиях. **Магнезиотанталит** $(\text{Mg,Fe})(\text{Ta,Nb})_2\text{O}_6$, минерал с «геохимически невозможной» комбинацией Mg–Ta, является лучшим индикатором процесса скрепления, развивающегося при формировании редкометалльных гранитных пегматитов в контрастной по составу вмещающей среде, обогащенной магнием. **Волошинит** $\text{Rb}(\text{LiAl}_{1.5})(\text{Al}_{0.5}\text{Si}_{3.5})\text{O}_{10}\text{F}_2$, Rb-аналог лепидолита, однозначно демонстрирует резкое обогащение гранит-пегматитовой системы рубидием на поздней стадии, а взаимоотношения этого минерала с другими слюдами и поллучитом позволяют понять ход и механизм геохимически уникального процесса накопления Rb и отделения его от K. Открытие **широкшинита** $\text{K}(\text{NaMg}_2)\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{F}_2$ впервые убедительно показало, что натрий в слюдах может занимать не только межслоевые позиции, но и входить в октаэдрический слой, причем обособляясь от других катионов: возникает Na, Mg-упорядоченный слой. На примере широкшинита продемонстрирована возможность полного разделения K и Na в слюдах по структурным позициям с принципиально разными характеристиками. **Чесноковит** $\text{Na}_2[\text{SiO}_2(\text{OH})_2] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, первый природный чисто щелочной ортосиликат и единственный минерал, в структуре которого сразу две вершины Si-тетраэдра представлены OH-группами, является хорошим геотермометром и надежным индикатором крайне низкой активности CO_2 . Присутствие **нивеоланита** $\text{NaBe}(\text{CO}_3)(\text{OH}) \cdot 1-2\text{H}_2\text{O}$, первого и единственного природного карбоната бериллия, представителя нового структурного типа, обладающего широкими цеолитными каналами, наоборот, указывает на очень значительную роль углекислоты на позднем этапе эволюции щелочной пегматитовой системы. **Чукановит** $\text{Fe}^{2+}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$, железистый аналог малахита, выступает индикатором весьма специфических условий образования: он возникает в результате низкотемпературного изменения в насыщенной CO_2 водной среде самородного (в нашем случае метеоритного) железа, необходимого не только как реагент, но и как восстановитель; именно экзотичностью таких условий определяется редкость этого минерала, который является представителем обычного структурного типа и содержит только распространенные элементы. **Подлесноит** $\text{BaCa}_2(\text{CO}_3)_2\text{F}_2$, минерал с оригинальной структурой, открывает нам простой способ трансформации хорошо известного арагонитового мотива в родственный фторкарбонатный.

РАЗВИТИЕ ИДЕЙ А.Е. ФЕРСМАНА В ПРИКЛАДНОЙ МИНЕРАЛОГИИ XXI СТОЛЕТИЯ

Пирогов Б.И.

Российский гос. геологоразведочный университет, Москва, pirogov_bi @ inbox.ru

С начала становления российской минералогии (М.В. Ломоносов, В.М. Севергин и др.) именно прикладная минералогия (ПМ) всегда являлась ее главным составным звеном. А.Е. Ферсман достойно продолжил и расширил связь минералого-геохимического научного направления с практикой. *Его основные идеи: преумножение минеральных богатств страны на базе научной топоминералогии (ТПМ, с учетом триады минерал–процесс–элемент на геологическом фоне) и генетической минералогии (ГМ, термин впервые введен Ферсманом); создание учения о типоморфизме минералов и разработка основ минералого-геохимических методов поисковой минералогии; открытие закона кристаллографической индукции, на котором основаны современные методы определения последовательности кристаллизации минералов; комплексное использование минеральных богатств на базе ГМ и новой науки геохимии (ГХ), созданной Ферсманом; изучение и оценка камнесамоцветного сырья* (особый акцент на взаимосвязи свойств минералов – цвета, твердости – с кристаллохимией, минералого-геохимические особенности проявления и выявление принципов оценки сырья); *разработка учения о минералогии и геохимии пегматитов по материалам изучения гранитных и щелочных пегматитов Урала, Забайкалья, Карелии, Швеции, Норвегии, Монголии, США, о. Эльбы, Германии и др.* Динамическое развитие процессов минералообразования в условиях изменяющихся физико-химических факторов просматривается во всех работах Ферсмана. Его научные труды, отличаясь глубиной разработок, остаются актуальными, плодотворными сегодня как в области изучения минералогии, геохимии, так и геологии в целом. Развитие минералогии (в т.ч. и прикладной) в XXI столетии связано с дальнейшим познанием состава, структуры и эволюции минерального мира, кроме макро-, микро-, и на наноуровне, с учетом структурной организации, дискретности во взаимосвязи с живым веществом, синтезом минералогического знания и геологизацией науки (Юшкин, 2002). Тенденции развития ПМ следует рассматривать в историческом плане, что позволяет наметить ряд следующих важных направлений в ее развитии.

- Освоение минеральных ресурсов различных провинций России с учетом их минералого-геохимической специализации на базе современных достижений ГМ – онтогенетического и типоморфического анализов – в комплексе с современными физико-химическими методами, развитием топоминералогии в связи с изучением закономерностей концентрации полезных

минералов, реконструкции процессов минералообразования и созданием научных основ металлогении МПИ (месторождений полезных ископаемых).

- Разработка и использование минералогических критериев поисков и оценки МПИ в системе минералого-геохимического анализа и комплекса методов локального прогноза оруденения с построением прогнозных (количественных) минералогических моделей через индикаторные характеристики минералов (Гавриленко, Панова, 2001), выражающих наиболее общие закономерности фило- и онтогенического развития систем рудообразования; принципов вещественного наследования, временной и фациальной эволюции рудообразования, системы типоморфных признаков, интенсивности процесса в крупномасштабных объектах. Совершенствование генетических минералогических методов оценки и разведки МПИ с учетом развития учения о минеральных ореолах околорудных изменений на основе историко-эволюционного подхода (Руденко и др., 1981): увязка оруденения определенного генетического типа с минералами – индикаторами конкретных зон их влияния с целью предсказания его на значительных расстояниях. Перспективно направление разработки поисково-оценочных критериев рудоносности ПИ (полезных ископаемых) по экспериментальным исследованиям.

- Развитие технологической минералогии (ТМ) при интеграции минералогических методов с обогащением ПИ на основе синтеза минералогических знаний и различных экспериментальных направлений в технологии – повышения эффективности системы их рудоподготовки и обогащения (сохранение и преобразование минералого-генетической информации в процессе природно-техногенной эволюции вещества с учетом двойственной природы и возможной направленности в изменении технологических свойств минералов). Принципы ТМ являются определяющими в системе оценки ПИ и решения проблем их комплексности; выявления и создания новых видов минерального сырья (МС) с учетом наноминералогии (размерного фактора индивидов) и разработки альтернативных технологий (изучение и внедрение механизмов извлечения ценных компонентов на молекулярном, атомарном и электронном уровнях с возможностями управления процессами на уровне формирования месторождений), а также минералого-геохимического изучения и оценки техногенных МПИ с разработкой комплексных решений по утилизации отходов с получением новых видов МС.

- Значительное расширение исследований по минералогии и геохимии пегматитов различных генетических типов за счет выявления большого количества новых минеральных видов, позволяющих значительно повысить их комплексность, расширить представления о геммологических особенностях камнесамоцветного сырья.

ЗАКОН КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНДУКЦИИ А.Е. ФЕРСМАНА ПРИ ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНОМ АНАЛИЗЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Поваренных М.Ю.*, Жабин А.Г.**

**— Гос. геологический музей им. В.И. Вернадского РАН, Москва, mishapovarennykh@rambler.ru*

***— Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ), Москва*

Установленный в 1922 году Александром Евгеньевичем Ферсманом закон кристаллографической индукции кристаллов минералов [1] предоставил в руки исследователей горных пород уникальную возможность — определять одновременность образования индивидов в минеральном агрегате и на этой основе делать обоснованные выводы о генезисе горной породы. Этот закон стал одним из краеугольных камней учения об онтогении минералов и агрегатов, развитого в работах Д.П. Григорьева и его последователей [4]. Используемый ныне как более общий закон минералогической индукции [2] для анализа последовательностей образования индивидов и с неклассическими индукционными поверхностями в сочетании с современными аналитическими возможностями (установление абсолютного возраста в микрообъеме минерала с помощью SHRIMP, высокоточное определение химического состава и деталей строения поверхностей с помощью микроанализаторов, сканирующего электронного и атомно-силового микроскопа), он может быть применен для строгого выделения минеральных парагенезисов — закономерных агрегатов минералов, сформированных в ходе единого геологического процесса, и составляющих конкретную горную породу в соответствии с ее текстурно-структурными особенностями.

Идея о сложении горной породы не только минеральными зернами — индивидами, а и закономерными агрегатами минеральных зерен — горнопородными индивидами («элементарными ячейками»), минимальными по размерам, трансляцией которых при помощи симметричных или гомологических операций возможно воспроизвести ее целиком, высказывалась В.И. Драгуновым и др. в 1968–72 гг. [3]. О прямых наблюдениях горнопородных индивидов не сообщалось вплоть до 2006 г. [8]. Косвенно они обнаруживались И.С. Делициным в кварцевых песках, песчаниках и кварцитах (1985, 1990), С.М. Бескиным и др. в редкометалльных гранитах (1978), А.Н. Никитиным и О.А. Сустановым в мономинеральных кварцевых жилах (1996, 2005), а также М.А. Садовским при дроблении взрывом различных горных пород на дискретные гранулометрические фракции (1979–1983) [5].

В отличие от феноменологически наблюдавшегося М.А. Садовским и др. явления, названного естественной кусковатостью — блочностью, нами в неразрушенных горных

породах визуализируется с помощью комплекса физических методов первичная кусковатость – скрытая текстура, существующая в породе до разрушения и, возможно, регулирующая его. Поэтому установленное явление образования первичных ансамблей (парагенезисов) минеральных зерен и их кооперативного поведения в ходе формирования горной породы предлагается назвать фрустумацией – первичной кусковатостью (от латинского *frustum* – кусок) [7–9]. Способы его обнаружения перечислены нами ранее [6]. В отличие от текстуры горной породы, наблюдаемой невооруженным глазом, фрустумация является скрытым (неочевидным) свойством и была выявлена люминесцентным методом и методом лазерно-ультразвуковой эхоскопии сначала в простых по минеральному составу и генезису горных породах (кальцит-доломитовые мрамора Каррарского и Кибик-Кордонского месторождений, кальцитовый карбонатит Большетагнинского месторождения, датолитовый скарн Дальнегорского месторождения, Кыштымский гранулированный кварцит и др.), а затем и в полиминеральных и полигенных горных породах (редкометальные граниты Этыкинского месторождения, щелочные граниты Зашихинского месторождения и др.). Методами рентгенофазового анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии и термогравиметрии установлена неэквивалентность минерального вещества разных фрустумов – горнопородных индивидов, составляющих горную породу. Наличие индукционных поверхностей между минеральными индивидами внутри отдельных фрустумов и их отсутствие на границе фрустумов установлено для горных пород, не претерпевших перекристаллизацию (в перекристаллизованных мраморах и кварцитах этот критерий визуализации границ фрустумов не может применяться). По масштабу проявления фрустумация меньше или равна текстуре в современном понимании этого термина. Природа фрустумации в породах разного генезиса изучается и может быть связана с такими явлениями, как ликвация, синнезис, природные трибо- и электромагнитные эффекты.

Литература

1. *Ферсман А.Е.* Элементы разграничения двух одновременно кристаллизующихся веществ // Докл. АН СССР. Сер. А. **1922**, дек.-январь. С. 7–8.
2. *Попов В.А.* Практическая кристалломорфология минералов. Свердловск: УНЦ АН СССР, **1984**. 192 с.
3. *Васильев В.И., Драгунов В.И., Рундквист Д.В.* «Парагенезис минералов» и «формация» в ряду образований различных уровней организации // ЗВМО. **1972**. Часть CI, вып. 3. С. 281–289.
4. *Жабин А.Г.* Онтогенез минералов. Агрегаты. М.: Наука, **1979**, 275 с.
5. *Садовский М.А.* О распределении размеров твердых отдельных частей // Докл. АН СССР. **1983**. Т. 269, № 1. С. 69–72.

6. *Поваренных М.Ю.* О пространственной регулярности («элементарной ячейке») горных пород // Труды конф. «Биохим. карбонаты антр. озер и источн.». Пермь. **1989**. С. 138–151.
7. *Поваренных М.Ю.* Об установлении нового свойства горных пород – скрытой текстуры // ДАН. **2008**. Т. 419, № 2. С. 233–236.
8. *Поваренных М.Ю., Бескин С.М.* Применение современных технических и аналитических средств выявления первичной кусковатости (фрустумации или образования «элементарной ячейки») горных пород // Труды 1-го Всерос. сем. по технологич. минералогии. Петрозаводск. **2006**. С. 136–145.
9. *Поваренных М.Ю., Жабин А.Г.* Фрустумация (первичная кусковатость) горных пород как проявление квантования горнопородного уровня организации вещества // Докл. Годич. собр. РМО. М. **2007**. С. 81–85.

ЗАКОН КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНДУКЦИИ А.Е. ФЕРСМАНА – ОДИН ИЗ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЗАКОНОВ МИНЕРАЛОГИИ

Попов В.А.

Институт минералогии УрО РАН, Миасс, Россия, popov@mineralogy.ru

Единственным надежным признаком одновременной кристаллизации соприкасающихся минеральных тел (кристаллов) является наличие индукционной поверхности между ними. Закон кристаллографической индукции сформулировал А.Е. Ферсман [2, с.651]: «Разграничение двух одновременно кристаллизующихся веществ определяется цилиндрически искривленной поверхностью, образуемой ритмическим перемещением ребра между двумя возможными в месте соприкосновения гранями того и другого вещества». Этот закон имеет фундаментальное значение для многих разделов минералогии – онтогении минералов, учения о типоморфизме, парагенетического анализа.

А.Е. Ферсман весьма наглядно иллюстрировал вид (классической) индукционной поверхности и геометрическую модель ее происхождения. Однако исследователи постоянно сталкиваются с трудностями при диагностике поверхностей между минеральными телами. Возникла необходимость дополнительного рассмотрения вида индукционных поверхностей, поскольку природные минеральные тела растут не только плоскогранными кристаллами, но и скелетами, антискелетами, сферокристаллами, сферолитами, расщепленными и перистыми образованиями. Фактически классическая индукционная поверхность получается при следующих условиях: грани растущих соприкасающихся кристаллов должны быть плоскими, слои роста на гранях должны быть сопоставимыми по высоте и передвигаться ровными уступами. При этих условиях индукционное ребро близко к прямой линии, а его передвижение дает цилиндрическую поверхность.

Природные кристаллы разных минералов обычно росли с несопоставимыми по толщине меандрирующими слоями, мелкие кристаллы нередко росли вместе с крупными, округлые индивиды росли с плоскогранными и т. д. Индукционная поверхность при этом далека от классической цилиндрической. Это определяет необходимость расширения закона кристаллографической индукции до закона минералогической индукции [1]: если два (или более) минеральных тела совместно и одновременно увеличиваются в объеме (растут), то в месте их соприкосновения возникает индукционная (компромиссная) поверхность, форма которой определяется соотношением скоростей передвижения поверхностей рассматриваемых твердых тел в различных направлениях.

В процессе кристаллизации возникают только три генетических типа поверхностей на индивидах: **идиоморфная** (собственная, но не обязательно плоскогранная!), **ксеноморфная**

(чужая, отпечатковая) и **индукционная** (компромиссная). К типам поверхностей не следует применять степенную (сравнительную) характеристику: «степень идиоморфизма», «идиоморфнее», «более идиоморфный», как невозможно быть «более беременной». Тип поверхностей следует диагностировать объемно. В плоских сечениях (шлифах, аншлифах) ошибки диагностики типа поверхностей достигают 90% (по данным Б.В. Чеснокова и В.И. Степанова). В плоских сечениях минеральных агрегатов часто возникает «кажущийся идиоморфизм» – относительно ровные границы между минеральными индивидами; столбчатые и таблитчатые индивиды кажутся идиоморфными по отношению к изометричным индивидам, мелкие индивиды нередко кажутся идиоморфными по отношению к крупным индивидам. В плоских сечениях кварц-полевошпатовых графических сростаний кварц кажется идиоморфным по отношению к индивидам полевого шпата.

Среди разнообразия индукционных поверхностей особо остановимся на округлых поверхностях, которые чаще всего связаны с антискелетным ростом минералов. Яркими примерами округлых индукционных поверхностей являются округлые включения кварца по зонам роста кристаллов полевого шпата в гранитах рапакиви, округлые флогопиты, форстериты, пирротины, шпинели из крупных индивидов кальцита карбонатитов и карбонатит-пегматитов, округлые тетраэдриты, сфалериты, халькопириты из кристаллов кварца гидротермальных месторождений. В последнее время обращается внимание на округлость включений апатита, циркона, хромита и других минералов в крупных зернах минералов глубинных горных пород. Давно известны округлые алмазы (объект увлечения молодого А.Е. Ферсмана), особенно из уральских россыпей, к интерпретации которых подходили с разных сторон (рост, растворение, окатывание). По-видимому, часть округлых алмазов может иметь округлую индукционную поверхность, обусловленную одновременным ростом с форстеритом, кальцитом и другими минералами. С этой точки зрения округлые алмазы еще не рассматривались. Для точной интерпретации типа поверхности необходима анатомическая картина многих округлых алмазов в сопоставлении со скульптурой поверхности их. Диагностика индукционных поверхностей на индивидах алмаза повлекла бы пересмотр части представлений о его кристаллизации.

Литература

1. Попов В.А. Практическая кристалломорфология минералов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. 190 с.
2. Ферсман А.Е. Избранные труды. Т. VI. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 742 с.

АКЦЕССОРНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ ДЖАБЫК-КАРАГАЙСКОГО МАССИВА НА УРАЛЕ

Попова В.И., Попов В.А.

Институт минералогии УрО РАН, Миасс, Россия, popov@mineralogy.ru

Джабык-Карагайский массив позднепалеозойского (поздневарисского) возраста входит в состав Главного гранитового пояса Урала и сложен преобладающими нормальными биотит-микроклиновыми гранитами с подчиненным развитием лейкократовых гранитов, плагиогранитов, плагиосиенитов и гранодиоритов [1–3 и др.]. Гранитные пегматиты широко развиты в эндо- и экзоконтактах массива и образуют серию жильных полей. Проявления мусковита и берилла в северо-западных и центральных участках массива отмечены П. К. Олерским в 1950 г., а в 1952–53 гг. у пос. Анненского Центральной партией экспедиции № 8 были найдены пегматиты с бериллом, колумбитом и лепидолитом. Анненской партией Уральского геологического управления в 1953–58 гг. на Анненском пегматитовом поле оконтурены 5 участков, содержащих более 120 жил, оказавшихся непромышленными – Лепидолитовый, Восточный, Пионерский, Южный, Юго-Западный. В 1958–59 гг. закономерности размещения редкометалльных пегматитов Джабык-Карагайского массива изучались партией ВСЕГЕИ. Было установлено, что пегматиты локализованы в зонах долгоживущих глубинных разломов; генезис пегматитов рассматривался в соответствии с модной в то время гипотезой перекристаллизации и метасоматоза аплитовых даек. Протяженность жил от 10–50 м до 150–400 м, мощность от 2–3 м до 20–30 м; преобладают крутопадающие жилы. В составе пегматитов наиболее разведанного Лепидолитового участка преобладают микроклин и кварц, менее развиты олигоклаз (№ 15–20), альбит (№ 5–10), биотит и мусковит; из акцессорных минералов отмечены альмандин, берилл, шерл, эльбаит (рубеллит), колумбит-танталит, титанит, магнетит, циркон и лепидолит [2, 3].

Доизучение минералогии пегматитов в 2007–2008 гг. на Анненском поле и частично на Джабыкском и Бахтинском участках показало, что тела пегматитов в биотитовых гранитах сформированы путем прямой кристаллизации расплава-раствора в полостях трещин. Химический состав минералов исследован микрозондовым и атомно-абсорбционным методами. В пегматитах дополнительно выявлены спессартин (с содержанием MnO 35,53 мас. %), ганит (с 41,02% ZnO), монацит-(Ce), ильменит, ильменорутил (с 9% Nb₂O₅ и 8% Ta₂O₅), стрюверит (с 29–32% Ta₂O₅), F-микролит без редких земель (с 71,19% Ta₂O₅ и 4,21% F), бисмутит (по висмутину), гетит (по пириту), иллит («кипелка»). В группе колумбита-танталита определены ферроколумбиты (с 8,75% Ta₂O₅), танталовые ферроколумбиты (с 37% Ta₂O₅, 39% Nb₂O₅, 11,7 % FeO) и танталовые манганоколумбиты (с 30% Ta₂O₅, 49% Nb₂O₅,

17–18% MnO и 2–4% FeO). Зерна лепидолита зональны по составу с вариациями F (5,3–7,3 мас. %), MnO (0,18–0,54%), Rb₂O (1,81–2,32%), Cs₂O (0,47–1,03%), Li₂O (5–7%) и практически не содержат железа; расчетные формулы по содержанию лития близки полилитиониту $(K_{0,84}Rb_{0,08}Cs_{0,02})_{0,94}(Li_{1,92}Al_{1,11}Mn_{0,03})_{3,06}(Si_{3,12}Al_{0,88})_4O_{10}(F_{1,59}OH_{0,41})_2$ и трилитиониту $(K_{0,90}Rb_{0,09}Cs_{0,02})_{1,01}(Li_{1,44}Al_{1,53}Mn_{0,03})_{3,00}(Si_{3,19}Al_{0,81})_4O_{10}(F_{1,19}OH_{0,81})_2$.

В строении жил практически всегда проявлены зоны геометрического отбора минеральных индивидов от контактов жил к центру. Эндоконтактовые зоны обычно кварц-олигоклаз-калишпатовые с зеленовато-серым мусковитом, альмандином, шерлом, магнетитом; иногда встречается биотит (аннит). Основной объем жил сложен крупно-гигантокристаллическими графическими индивидами преобладающего калишпата с разной величиной и формой ихтиоглиптов кварца в последовательных зонах роста полевого шпата; в альбите вроски кварца меньше по величине, но более часты, что иногда создает впечатление аплитовидного агрегата. В графических зонах наряду с мусковитом, шерлом, ильменитом, марганцовистым альмандином и ганитом встречаются зеленоватый короткостолбчатый берилл, ферроколумбит и ильменорутил. В блоковой зоне жилы Лепидолитовой с альбит-кварц-мусковитовыми агрегатами в центральной ее части развиты лепидолит, спессартин, манганоколумбит, стрюверит, зеленый и розовый эльбаит, F-микролит, циртолит и монацит-(Ce).

Строение пегматитовых тел в районе Джабык-Карагайского массива соответствует модели А.Е. Ферсмана (кристаллизация в полостях из расплава-раствора). Набор аксессуарных минералов и их особенности различны в разных жильных полях, что характерно и для других районов Восточно-Уральского поднятия.

Литература

1. Геология СССР. М.: Недра, **1969**. Т. XII. Ч. 1. Кн. 1. 723 с.
2. Рундквист Д.В., Денисенко В.К. Некоторые особенности структуры и размещения эндогенной минерализации Джабык-Карагайского интрузива // Материалы по геологии и минералогии рудных месторождений СССР / Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер. Л., **1964**. Т. 103. С. 85–101.
3. Рундквист Д.В., Денисенко В.К., Неженский И.А., Груза Р.В. Отчет по теме: «Закономерности размещения редкометалльных пегматитов в пределах Джабык-Карагайского гранитного интрузива (Ю. Урал)». Л.: ВСЕГЕИ, **1960**_ф. 227 с.

МУРЗИНСКИЙ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.Е. ФЕРСМАНА

Попова Т.Н.

*Мурзинский минералогический музей им. А.Е. Ферсмана, с. Мурзинка, Свердловская обл.,
Россия*

*...Мурзинок на Урале не одна, как много Белых и Теплых гор, речек
Каменок, Карасьих озер, но настоящая Мурзинка – одна.
Д.М. Мамин-Сибиряк*

*Мурзинка не только гордость и ценность всех минералогических музеев
мира, это начало русской минералогии, точного знания природных
кристаллов. Мурзинка не только значительная страница нашей науки,
не только гордость нашей природы. Мурзинка – начало настоящей
культуры камня в России, ее каменной промышленности и
многочисленных мастерских и фабрик и самого оградочного и
камнерезного дела в России. Здесь выросли первые специалисты –
мастера по камню, знатоки и любители камня, первые минералоги,
положившие начало исследованиям богатств Урала...
А.Е. Ферсман*

Прославленная Мурзинка всегда привлекала равнодушных к камню людей. Группами и поодиночке добирались любознательные туристы до месторождений самоцветов. Рылись в отвалах, встречались с горщиками, выменивали и покупали минералы у местных жителей.

С 1955 г. в Мурзинке проживал потомственный горщик Иван Иванович Зверев, внук известного Данилы Зверева, «мурзинского профессора». Он решает заняться организацией сельского музея.

В декабре 1963 г. сессия мурзинского сельского совета приняла решение о создании народного музея и выделении для него помещения площадью 30 кв. м в здании бывшей церкви.

21 июня 1964 г., в день празднования 325-летия Мурзинки, открывается народный музей. «Пусть первые скромные экспонаты послужат началом большой собирательской работы по созданию истории Мурзинского самоцветного района и его славного настоящего», – сказала на открытии музея Ф.М. Попова, научный сотрудник Нижнетагильского краеведческого музея. Для обозрения было выставлено 50 разновидностей минералов и горных пород в количестве 450 образцов.

На митинге музею присвоили имя академика А.Е. Ферсмана. Впервые посетив этот глухой район в 1912 г., ученый неоднократно возвращался сюда, проводил изучение и описание знаменитых копей. «Трудно во всем мире назвать другой уголок земного шара, – писал в своей книге Ферсман, – где бы было сосредоточено большее количество ценнейших самоцветов, чем в знаменитой Мурзинке». Он хорошо знал многих уральских горщиков и

старателей. В Мурзинке А.Е. Ферсман познакомился с главными каменщиками здешних мест – братьями Орловыми, Хрисанфом Южаковым, горщиками Краюшкиными. По природе своей люди немногословные и осторожные А.Е. Ферсману без страха и утайки показывали свои богатства. Как непревзойденный знаток минералов, он не скупился и не обесценивал эти самоцветы, приобретал их для Академии наук. А сколько удивительных рассказов слышал А.Е. Ферсман от горщиков об их нелегком промысле: кому «фартануло», а кому «не поталанило», да как «в старину камень шел все самоцветный, чистый да с головками». Очень живо и образно расскажет в книгах своих А.Е. Ферсман об этих встречах. А в душах уральских горщиков надолго сохранится образ замечательного ученого.

В 1966 г. коллекцию переносят в одну из комнат старого интерната, так как помещению требуется ремонт.

30 января 1973 г. народный музей празднует свое второе рождение. Перед взором посетителей в обновленных залах во всей красе и многообразии предстали и удивительный мир камня, и добрая мудрая старина. Создатели музея получили приветствие от вдовы ученого Екатерины Максимовны Ферсман. Вновь о Мурзинке, музее, его основателе И.И. Звереве пишут местные, областные, центральные газеты.

С 1975 г., после смерти Ивана Ивановича, музеем заведовала его дочь Татьяна Ивановна. В 1979 г. она уехала из Мурзинки. После ухода Зверевых интерес к музею ослаб.

В 1983 г. сельский музей входит в состав Нижнетагильского музея-заповедника на правах филиала. В 1987 г. произведен демонтаж старой экспозиции и начинается капитальный ремонт здания бывшей церкви внутри и снаружи. Отреставрирована церковная роспись в куполе, увеличились площади выставочных залов за счет обустройства 2-го этажа. 22 марта 1992 г. после длительного перерыва музей вновь принимал посетителей.

Сегодня музей занимает площадь 290 кв. м и располагается на двух этажах. Здесь показаны история музея, этнографический раздел, открытие и разработка самоцветных копей государственными экспедициями и горщиками, изучение района академиком А.Е. Ферсманом и геологическими партиями, представлено геологическое строение, минералогия Мурзинского пегматитового поля, а также коллекция народного музея.

На входе всех встречает дед Слышко, который как бы предлагает вслушаться в самую природу. Далее вы попадаете в царство предметов старины, а поднявшись на 2-й этаж, окунаетесь в сказку под названием «Минералогия».

Самый крупный экспонат – сросток кристаллов дымчатого кварца на кристалле полевого шпата «Черная мадонна» высотой 52 см, подаренный Нейвинской ГРП №2 в 1985 г.

Во всем великолепии представлена коллекция кварца: штуфы и щетки горного хрусталя, кварц-фантом, дымчатый кварц, морион и, конечно, аметист. Мурзинские

аметисты украшают коллекции многих музеев мира, есть они и в витринах нашего музея – от голубых до вишневых. Бериллы и изумруды, турмалины – шерлы и розовые турмалины с Сарапульского месторождения, – различные гранаты и многое другое.

В интерьере музея старинный ограночный станок и макет верхней части шурфа начала XX века.

Коллекция музея постоянно пополняется.

Литература

1. *Ферсман А.Е.* Путешествия за камнем.
2. *Маликов А.И.* Самоцветная полоса Урала.
3. «В краю полей и гор». Книга очерков о Пригородном районе.
4. Архив Нижнетагильского музея-заповедника.

А.Е. ФЕРСМАН И ЩЕЛОЧНЫЕ ПОРОДЫ, РУДЫ, МИНЕРАЛЫ

Семенов Е.И.

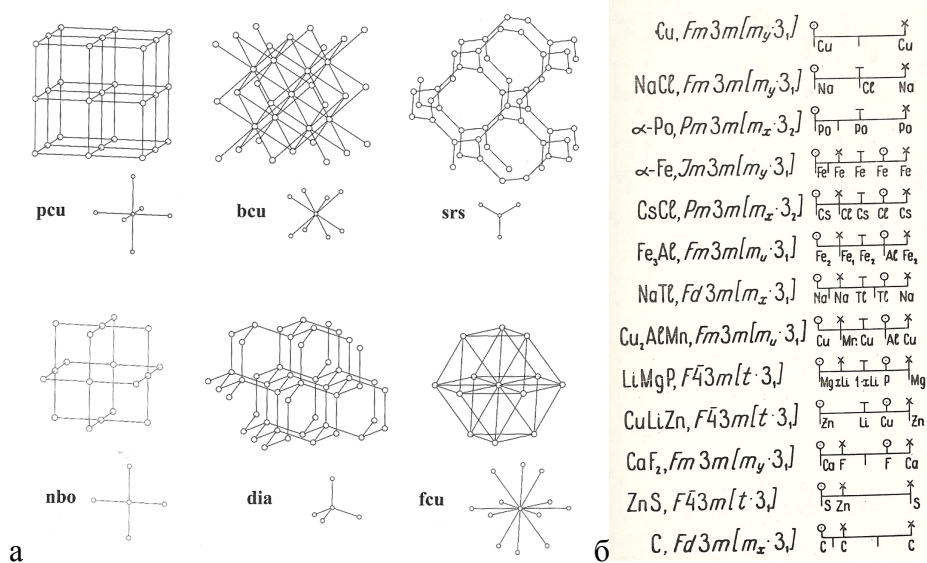
Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН, Москва, mineral@fmm.ru

1. В щелочных породах Кольского полуострова (Хибины, Ловозеро) экспедициями А.Е. Ферсмана открыты гигантские месторождения апатита, лопарита и перовскита. Апатит стал главным экспортным сырьем на фосфор.
2. Детально изучены руды пирохлора, циркона в массивах Сибири и Урала (Ильмены, Вишневые горы).
3. В республиках СССР (Киргизия, Таджикистан, Узбекистан) установлены новые провинции щелочных пород.
4. А.Е. Ферсманом создана передовая школа советских геологов-щелочников. Ими установлены тесные контакты с щелочниками запада (Норвегии, Дании, Италии и другими).

О РАЗНОМАСШТАБНОМ БЛОЧНОМ ИЗОМОРФИЗМЕ

Смирнова Н.Л., МГУ им. М.В. Ломоносова, геологический ф-т, snl194@mail.ru

Изучение изоморфизма – одна из проблем, которой А.Е. Ферсман уделял большое внимание. Изоморфизм универсален и означает замещение одних элементов на другие. Замещение может быть неупорядоченным, статистическим, при котором замещаемые и замещающие элементы эквивалентны. В этом случае объект остается самим собой, т.е. одинарным. Замещение может быть упорядоченным, при котором замещаемые и замещающие элементы не эквивалентны. В этом случае объект становится n-арным ($n=2, 3, 4\dots$). В кристаллическом соединении элементом может быть атом, группа атомов, вакансия, группа вакансий, 0-, 1-, 2-, 3-мерные блоки. В этом случае говорят о блочном, доменном изоморфизме. Блоки могут быть такого же состава, но со структурой другой полиморфной модификации. Блоки могут быть иного состава, но иметь структуру того же структурного типа, что и матрица (аномальный изоморфизм с матрицей BaSO_4 и блоками из KMnO_4). По мере увеличения блоки достигают таких размеров, при которых их структура может быть определена. И тогда этот восток – зерно минерала. Возможно, что такое зерно большего размера в природе и не существует. Следует ли говорить в таком случае одновременно о дефекте и минерале? Такие мелкие зерна могут быть и наростами в виде прослоек или пленок. Многочисленные мелкие минералы обнаружены А.П. Хомяковым в Хибинах. Кристаллы, которые образованы при больших концентрациях исходного вещества, немногочисленны и могут достигать громадных размеров. Видов минералов среднего размера – много больше. Многообразие видов малоразмерных минералов особенно велико.



Блоками могут быть координационные сферы. Вилларсом и Даамсом [1] приведены 23 координационные сферы атомов кристаллических структур. Они включают все ранее установленные Н.В. Беловым [2]. Среди них полиэдры «регулярных» и квазирегулярных

сеток (рис. а), выделенные в [3]. Регулярные сетки удовлетворяют трем условиям. 1) Все вершины идентичны. 2) Координационная сфера вершины – правильный полигон или полиэдр. 3). Сайт-симметрия вершины в сетке имеет по меньшей мере симметрию вращения правильного полигона или полиэдра. Выделено 5 регулярных сеток, причем кубическая плотнейшая упаковка – квазирегулярная. Из регулярных сеток две соответствуют бинарным структурным типам, и, следовательно, вершины в них не могут быть идентичны. Пять сеток, как это было показано ранее [4], представляют собой сверхструктуры замещения точек в бси вакансиями (СТ-спектры, рис. б). Блоки могут быть симметричными. Их выделял в последовательностях плотнейших упаковок Н.В. Белов [2]. Полужирно обозначены число букв и буквы с плоскостями симметрии, проходящими через букву. Звездочками показаны центры симметрии, находящиеся в букве или между буквами. Знаком плюс выделены установленные нами реализованные последовательности, как линейные, так и циклические. В уголках коэффициенты при буквах не выписаны, так как все они равны 1. Приводим также установленные числовые формулы Жданова: $+2 - /1\tau-1p/ |a*b| \langle \rangle |gg|$, 1, $+3 - /1\tau-1p/ |a*b*c| \langle \rangle |k*k*k|$, ∞ , $+4 - /1\tau-1p/ |a*ba*c| \langle \rangle |k*гk*г|$, 22, $+5 - /1\tau-1p/ |ab*abc| \langle \rangle |кг*гkк|$, 14, $+6 - /2\tau-2p/ + |ababac| \langle \rangle |кгггkг|$, 114, $|aba*cb| \langle \rangle |кгккгk|$, 33, $7 - /3\tau-2p/ + |aba*babc| \langle \rangle |кгг*ггkк|$, 1114, $-|aba*cab*c| \langle \rangle |кгк*гkк*k|$, 24, $+|a*bab*cac| \langle \rangle |к*ггk*гг|$, 1312, $8 - /6\tau-2p/ |abac*babc| \langle \rangle |кгкк*кгkк|$, 44, $|a*baba*cac| \langle \rangle |к*ггk*гг|$, 112112, $+|abababac| \langle \rangle |кггггkг|$, 422, $+|ababacbc| \langle \rangle |кгггkкгk|$, 1133, $|a*bacb*acb| \langle \rangle |г*гkкк*kкк|$, 17, $|ab*abcb*ac| \langle \rangle |кггkгkг|$, 1232, $9 - /7\tau-1p/ |aba*cbcab*c| \langle \rangle |кгк*кгkкк*k|$, 35, $|ab*abcac*bc| \langle \rangle |кг*гkкгk*гk|$, 1323, $+|abab*ababc| \langle \rangle |кггг*ггkк|$, 11114, $|a*b*ab*c*bc*a*c| \langle \rangle |к*г*гk*г*гk*г*г|$, 121212, $|ababacabc| \langle \rangle |кгггkгkкк|$, 1125, $|ababcbabc| \langle \rangle |кггkгkгk|$, 1224, $|abababcb| \langle \rangle |кггггkгk|$, 111213, $10 - /16\tau-1p/ |abababacac| \langle \rangle |кггггkггг|$, 11112112, $11 - /21\tau-2p/ |ababacacbac| \langle \rangle |кггkггkккк|$, 112142, $|ababacababc| \langle \rangle |кгггkгkгkк|$, 112214, $12 - /43\tau-0p/$. Симметричные блоки выделены нами в многочисленных структурных спектрах минералов и химических соединений. Блоки разной формы и состава установлены также на разномасштабных полигональных поверхностях живой, косной природы [5].

Литература

1. *Daams J.L.C., Villars P.J.* / Alloys and compounds. **1994**. V. 215. P. 1–34.
2. *Белов Н.В.* Структура ионных кристаллов и металлических фаз. М. Изд-во АН СССР. **1947**. 238 с.
3. *Delgado-Friedrichs O., O'Keeffe M., Yaghi O.M.* Acta crystallogr. **2003**. A59. P. 22–27.
4. *Смирнова Н.Л., Вассерман Е.И.* / Кристаллография. **1970**. Т. 15. Вып. 5. С. 907–910.
5. *Смирнова Н.Л.* / Система. Планета Земля. Материалы XVI научного семинара 2008. М., РОО «Гармония в строении Земли и планет». МГУ. **2008**. С. 47–58.

АКТУАЛЬНОСТЬ И РАЗВИТИЕ ИДЕЙ А.Е. ФЕРСМАНА В СОВРЕМЕННОЙ ГЕММОЛОГИИ

Соляник В.А., Пахомова В.А., Буравлева С.Ю.

*Геолого-минералогический музей и геммологическая лаборатория Дальневосточного
геологического института ДВО РАН, Владивосток, Россия, solyanik109@mail.ru,
pakhomova@nm.ru*

Широта охвата геолого-минералогических проблем, характерная для творчества А.Е. Ферсмана, определила разработку целого ряда направлений геологических исследований, одним из которых является геммология. Имя Ферсмана Александра Евгеньевича (1883–1945) стало нарицательным при упоминании о камнесамоцветной минералогии. Даже сам термин «самоцвет» (от применявшегося с XVIII века уральскими горщиками слова «самцвет») вошел в геологический обиход благодаря академику.

Начиная с 1912 г. появляются публикации А.Е. Ферсмана по камнесамоцветной тематике. А в 1920–22 гг. выходят первый и второй тома его фундаментального труда «Драгоценные и цветные камни России» [10] и популярное изложение – «Самоцветы России» и, наконец, «Драгоценные и цветные камни СССР» [11]. Незавершенный ученым труд «Из истории культуры камня России» опубликован уже после смерти автора. Ферсмана увлекало изучение «рождения» самоцветов и цветных камней, он был не только крупнейшим знатоком драгоценных и поделочных камней, но и обладал незаурядным литературным даром, написал целый ряд популярных книг и статей [9, 12, 13]. Убежденность Ферсмана в том, что «мы должны возродить камнерезное дело и создать крупные центры обработки, огранки и полировки камня, и по этой промышленности наша страна должна по праву занять первое место в мире», актуальна и в наши дни.

Современная геммология в России базируется на опыте, накопленном А.Е. Ферсманом, Е.Я. Киевленко, Д.В. Рундквистом и получившем развитие в работах В.П. Дроздова [3], А.В. Татаринова [7], Г.А. Юргенсона [15], В.Г. Гадиятова [2], В.В. Буканова [1]. За последние десятилетия в разных регионах России созданы основы поисков месторождений цветных камней, разработаны теоретические принципы прогнозно-минерагенических исследований, наконец, обосновано новое научное направление – геммологическая минерагения. Однако основные положения геммологического направления в геологии еще только разрабатываются. Выявление основных факторов и условий образования месторождений самоцветов требует системного подхода к их изучению.

По предварительным данным Дальневосточной геологоразведочной экспедиции «Далькварцсамоцветы» 1988 года, перечень приморских месторождений и проявлений камнесамоцветного сырья включает более 70 наименований. Наиболее известные из них –

корунды, цирконы и шпинели Незаметного, благородные опалы Радужного, топазы Забытого, агаты Сергеевского месторождений, приморские родониты, многочисленные знаменитые дальнегорские коллекционные минералы (данбурит, датолит, аксинит, кальцит и др.). До последнего времени систематическое изучение минеральных месторождений (так называемых геммологических объектов) на Дальнем Востоке не проводилось.

Новое для российской науки направление – геммология – успешно развивается в геммологической лаборатории Дальневосточного геологического института ДВО РАН (единственное на Дальнем Востоке учреждение, имеющее сертифицированную геммологическую лабораторию), введенной в структуру института как самостоятельное научное подразделение в 1999 году. В круг решаемых вопросов лаборатории кроме прочих входит и детальное изучение и оценка месторождений камнесамоцветного сырья, составление минерагенической карты проявлений самоцветов Дальнего Востока, выявление основных факторов и условий образования этих месторождений. Вот только некоторые результаты исследований, проводимых сотрудниками геммологической лаборатории совместно с музеем ДВГИ.

- Решена проблема генезиса сапфиров месторождения Незаметное. Получены надежные доказательства образования корундов из гранитоидных магм и продуктов их естественной эволюции, в частности, в результате контактово-реакционного метасоматического процесса [5]. Подобные исследования ведутся по другим камнесамоцветным объектам Приморья.

- Изучены вещественный состав, физические и оптические свойства, выделены геммологические разновидности приморских опалов месторождения Радужное [8].

- Работа по изучению борных минералов Дальнегорского боросиликатного месторождения посвящена выявлению типоморфных особенностей борных минералов, геммологических характеристик, уточнению физико-химических условий их образования в различных минеральных ассоциациях [4, 6].

- Для камерных пегматитов с морионом и дымчатым кварцем, бериллом, вольфрамитом и касситеритом Верхне-Шибановского месторождения выявлены кристаллографические особенности кварца, проведена типизация включений, установлены характер среды и физико-химические параметры образования кварца [14].

В ближайших планах творческого коллектива геммологической лаборатории систематическое изучение минеральных месторождений Дальнего Востока и выявление признаков, имеющих силу поисково-оценочных критериев для образования самоцветов, составление прогнозно-минерагенических карт с выделением перспективных участков и площадей, анализом и обобщением результатов поисков камнесамоцветного сырья.

В книге «Рассказы о драгоценном камне» А.Е. Ферсман писал: «Слишком мало разведан Дальний Восток и далекие его окраины. Много, может быть, таится там еще прекрасных камней, но слишком слабы научные исследовательские силы России, слишком мало средств тратила она на познание своих недр». Высказывание академика А.Е. Ферсмана относится не только к далекому прошлому России, и на Дальнем Востоке должны быть открыты новые проявления камнесамоцветного сырья и создана новая отрасль. Для этого есть все основания: и прогнозные ресурсы, и научный потенциал.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №08-05-12029

Литература

1. Bukanov V.V. Russian gemstones encyclopedia. Sankt Peterburg. **2006**. 472 p.
2. Гадиятов В.Г., Маршинцев В.К. Цветные камни Якутии и их месторождения. – Екатеринбург: Банк культурной информации. **2000**. 328 с.
3. Дроздов В.П. Минерагения камнесамоцветного сырья // Отечественная геология. **1996**. №3. С. 32–37.
4. Карась О.А., Пахомова В.А., Залищак Б.Л., Ушкова М.А., Карманов Н.С. Аксицит Дальнегорского боросиликатного и Южного полиметаллического месторождений: минеральные ассоциации и физико-химические условия образования. Тихоокеанская геология, **2006**. Т 25. № 6. С. 90–97.
5. Pakhomova V.A., Zalishchak B.L., Odarichenko E.G., Lapina M.I., Karmanov N.S. Study of melt inclusions in the Nezametnoye corundum deposit, Primorsky region of the Russian Far East: Petrogenetic consequences. Geochemical Exploration. **2006**. №89, p. 302–305.
6. Solyanik V. A., Pakhomova V.A. Natural Mineral Forms of Gemstones from the Dalnegorsk Deposits in Primorye in the Russian Far East) // The Journal of The Gemmological Association of Hong Kong. **2007**. Volume XXVIII, p. 87–90.
7. Татаринцов А.В. Камнесамоцветные минеральные формации Сибири // Геология и геофизика. **1992**. №11. С. 116–125.
8. Tishkina V.B., Pakhomova V.A., Mikhailova K.D., Zalishchak B.L., Zharchenko S.Yu., Ushkova M.A., and Laptash N.M. COLORATION OF OPAL FROM THE RADUZHNOE DEPOSIT (RUSSIAN FAR EAST) // The Journal of The Gemmological Association of Hong Kong. **2007**. Volume XXVIII, p. 92–95.
9. Ферсман А.Е. Воспоминания о камне. М.: Мол. гвардия, **1974**. 176 с.
10. Ферсман А.Е. Драгоценные и цветные камни России, т. I, РАН, Пгр, **1922**.

11. Ферсман А.Е Драгоценные и цветные камни СССР, т. II, монография КЕПС, Л., **1925**.
12. Ферсман А.Е. Занимательная минералогия. Л.: Детская литература, **1975**. 238 с.
13. Ферсман А.Е. Рассказы о самоцветах. М.: Наука, **1974**. 254 с.
14. Шабанова Ю.А., Залищак Б.Л., Ушкова М.А., Карманов Н.С. Дымчатый кварц из пегматитов Верхне-Шибановского олово-вольфрамового месторождения (Приморье). Тихоокеанская геология. **2006**. Т 25, № 3. С. 75–81.
15. Юргенсон Г.А. Ювелирные и поделочные камни Забайкалья. Новосибирск: Наука, **2001**. 390 с.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ, ПОРОЖДЕННЫЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫМ ОЛЕДЕНЕНИЕМ

Э.М. Спиридонов, Т.Т. Абрамова, Л.Л. Панасьян,

М.С. Чернов, В.Н. Соколов, В.М. Ладыгин

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, mineral@geol.msu.ru

Геологическая деятельность скандинавских плейстоценовых и голоценовых ледников на Русской (Восточно-Европейской) платформе – это абразия, образование морен, флювиогляциальных песков, торфяников, карстование, механическое воздействие: перемятые глины верейского горизонта карбона в долине реки Оки, складки в глинах гжельского яруса с амплитудой до 4 м, затухающие с глубиной, деформация толстоплитчатых известняков и доломитов каменноугольного возраста до глубины 100 м на севере Русской платформы (в районе Архангельска) и до 15 м в ее центре (в долине реки Москвы), местами с раздвиганием их блоков, в пространство между которыми вдавлены кварцевые и глауконитовые пески мелового возраста (наблюдения в Григоровском карьере Подмосковья) или глины позднего карбона (район Гжели). Минеральные образования, связанные с гигантским количеством ледниковых вод, ранее не рассматривались.

Известняки, доломитизированные известняки и доломиты московского и касимовского ярусов карбона в тех местах, где с них были удалены перекрывающие плотные глины юры или триаса и пески мела – в прадолинах рек в центре Русской платформы и на ее севере у Архангельска, – были промыты чистыми насыщенными кислородом ледниковыми водами и превращены в белокаменные. Именно из блоков таких пород была построена Москва белокаменная. Белокаменные известняки и доломитизированные известняки – породы, которые в заметной степени перекристаллизованы и состоят из микронного размера кристаллов кальцита и редиктового доломита, слабо связанных между собой. В промежутках кристаллов кальцита и доломита развиты скрученные нитевидные кристаллы кальцита и магниезального кальцита, которые в московских породах обнаружили Т.Т. Абрамова и В.Н. Соколов, а в архангельских породах обнаружили Л.Л. Панасьян, В.М. Ладыгин и В.Н. Соколов. Состав нитевидного магниезального кальцита отвечает $(\text{Ca}_{0,88-0,96}\text{Mg}_{0,12-0,04})\text{CO}_3$. Длина нитевидных кристаллов до 0,1 мм, толщина 0,00004–0,0002 мм, их поперечное сечение округлое, на боковых стенках плоских граней нет. В отдельных участках нитевидные кальцит и магниезальный кальцит скручены в небольшой степени, их агрегаты напоминают известное в литературе «горное молоко» («сметану») [1, 2]. Такой же нитевидный кальцит, обильно развитый на поверхности дресвы известняков песчаной размерности, в глинах четвертичной морены на юго-западе Москвы обнаружил М.С. Чернов.

Известно, что механическая прочность нитевидных кристаллов очень высока. Поэтому прочность белокаменных известняков высокая.

Полости выщелачивания в глинистых доломитах и доломитизированных известняках содержат палыгорскит в ассоциации с кальцитом (расщепленные скаленоэдры), кварцем, реже с арагонитом.

В белокаменных доломитизированных известняках серпуховского яруса в прадолине реки Оки развиты агаты (до сардера) – Голутвинское месторождение. Халцедон, кварцин, кварц, подчиненные доломит, кальцит, могонит, флюорит этих агатов возникли за счет вещества деформированных конкреций бледно окрашенных кремней. Золотистая и красновато-коричневая окраска агатов обусловлена наличием микросферолитов гетита. На поверхности корок и в массе халцедона изредка развит тюямунит, реже карнотит (впервые установлены здесь В.И. Степановым). Единственно возможный источник урана – моренные отложения.

Полости выщелачивания карстового типа в известняках, подстилающих глины гжельского яруса, содержат чистейший каолинит («сало»), из которого в стародавние времена изготавливали знаменитый гжельский фарфор. Данный каолинит, возможно, ледниковый вариант *terra rossa*.

В местах контактов карбонатных пород карбона с перекрывающими перемятыми и выщелоченными черными глинами юры, изначально богатыми глауконитом и пиритом и содержащими фосфориты:

а) в толще известняков повсеместно развиты прокрашенные кремни (изначально почти не окрашенные), обычно коричневые (с тонкодисперсным гетитом), красные (с тонкодисперсным лепидокрокитом) или черные (с тонкодисперсным марказитом), реже развиты полые псевдоморфозы по одиночным кораллам из окрашенного лепидокрокитом халцедона с кварцем до аметиста внутри (Русавкинское и иные месторождения); б) на поверхности карбонатных пород нередко ярозит и вивианит; в) в толще юрских глин пирит и марказит местами полностью замещены агрегатами ярозита в рубашке игольчатых кристаллов гипса. Очевидно, что и окраска кремней и образование ярозита, – продукты реакции растворов сульфата Fe^{3+} , возникших при окислении пирита и марказита черных юрских глин. При взаимодействии таких растворов с фосфатными конкрециями в низах юрских отложений Подмосковья возникала фосфорная кислота, при нейтрализации таких растворов на контактах с карбонатными породами каменноугольного возраста – вивианит (Григоровские, Подольские и иные карьеры Подмосковья). В дальнейшем ярозит и вивианит большей частью были окислены и превращены в агрегаты гетита и фосфатов Fe^{3+} .

Литература

1. Seeman R. Mineralien in Höhlen. Höhlenforschung in Österreich // Veröff aus dem Naturhistorischen Museum Wien. **1979**. Folge 17. S. 28–40.
2. Fischer H. Mondmilch // Aufschluss. **1988**. Bd. 39. H. 5. S. 311–316.

СТРУКТУРНО-ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ «ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА» МИНЕРАЛЬНЫХ ВИДОВ

В.С. Урусов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, urusov@geol.msu.ru

Одна из многих минералогических и геохимических проблем, остро поставленных А.Е. Ферсманом более 70 лет назад, сводится к обоснованию эмпирически наблюдаемого резкого ограничения числа минеральных видов по сравнению с теоретически возможным числом химических соединений, в том числе уже синтезированных в научных лабораториях. Он писал: «Природные сочетания минералов и (химических – В.У.) элементов как с качественной, так и с количественной стороны регулируются определенными геохимическими и геоэнергетическими законами, чем и вызывается относительное постоянство, простота и определенность минералогических и геохимических ассоциаций». Это и другие известные высказывания А.Е. Ферсмана по вопросу об ограниченности числа минеральных видов остаются вполне справедливыми и в наши дни. Более того, они могут быть подкреплены сейчас новыми аргументами, основанными на анализе структурно-химических и энергетических факторов устойчивости вполне определенных сочетаний химических элементов и неустойчивости других, «запрещенных» в природных условиях. Важнейшие среди таких факторов следующие: 1) изоморфизм химических элементов, который приводит к практически полному выбыванию из самостоятельного минералообразования около трети элементов системы Д.И. Менделеева; 2) обменные равновесия «жестких» и «мягких» кислот и оснований (ионов, атомов и химических соединений), которые лежат в основе деления химических элементов на большие группы литофилов, халькофилов, сидерофилов и атмофилов с соответствующими классами минералов, а также к распределению последних по земным оболочкам; 3) внутренние для отдельных геохимических групп элементов равновесия, упрощающие их минеральные ассоциации; 4) трансферабельность устойчивых структурно-химических модулей, которые используются практически без изменения целым рядом родственных структурных типов минералов; 5) «буферная» роль воды и гидроксила, которая определенным образом изменяет соотношения кислотности-основности и дает новые стабильные ассоциации водосодержащих минералов.

Совокупность этих и некоторых других факторов приводит к своеобразному «естественному отбору» минеральных видов, который резко ограничивает их допустимое

число. В этой связи предлагается новая формулировка фундаментального понятия «минеральный вид» и на этой основе обсуждается вопрос о месте структурно-химических и иных разновидностей минерального вида, а также о современной тенденции к так называемому минералогическому клонированию новых минеральных видов.

ЭСТЕТИЧЕСКАЯ КРИСТАЛЛОХИМИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕЕ ЭМОЦИОНАЛЬНО-ИЗОБРАЗИТЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В ПОЗНАНИИ СТРУКТУРНОГО РАЗНООБРАЗИЯ МИНЕРАЛЬНОГО МИРА

Хомяков А.П.

*Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ)
Москва, poomin@mail.ru*

*Разнообразие природных минералов определяется не столько
огромным числом возможных сочетаний химических элементов,
сколько бесчисленным множеством структурных форм этих сочетаний...*
[3]

Последняя треть минувшего столетия была отмечена в минералогии активным внедрением дифракционных методов структурного анализа. Это решающим образом способствовало ускорению темпов открытий новых минералов, а также выявлению большого разнообразия уникальных по своей сложности кристаллических структур, для графического представления которых не хватало обычных черно-белых изобразительных средств. На смену им пришли цветные изображения, полученные с помощью методов компьютерной графики, которые уже начали довольно широко использоваться в качестве иллюстративного материала рядом западных минералогических журналов. По инициативе автора к подобной практике недавно присоединились и наши «Записки», опубликовавшие ряд статей о новых минералах с цветными изображениями их структур [5–7].

Еще одним принципиально важным результатом вступления минералогии в эпоху активного использования дифракционных методов структурного анализа явилась существенная детализация критериев отнесения вновь выявляемых минералов переменного состава к самостоятельным минеральным видам. В соответствии с современной номенклатурой выделение каждого нового вида в рамках того или иного структурного типа осуществляется по преобладанию хотя бы в одной позиции кристаллической структуры иного химического элемента, чем у известных минералов данного типа. Использование этих критериев привело в последние годы к значительному расширению видового разнообразия отдельных групп минералов, в том числе групп лабунцовита и эвдиалита.

Особенно сложной в кристаллохимическом отношении оказалась группа эвдиалита, объединяющая цеолитоподобные цирконо- и титаносиликаты с общей формулой $A(1)_3A(2)_3A(3)_3A(4)_3A(5)_3B_{3-6}CD\{M_6Z_3[T_{24}O_{72}]\}(O,OH)_{2-6}X_2$, где фигурными скобками выделен ажурный гетерополиэдрический каркас. Среди них установлены члены с пространственными группами $R-3m$, $R3m$ и $R3$, а также члены с 12-слойным ($a \sim 14.2$, $c \sim 30$ Å) и 24-слойным ($a \sim 14.2$, $c \sim 60$ Å) структурными мотивами. В позициях $A(1)$ – $A(5)$ эвдиалитовых структур обычно доминирует Na, в отдельных из них также K, H_3O^+ , Mn, Ca, Sr, REE; $B = Fe^{2+}$, Fe^{3+} ,

Mn, Zr, Na, K; $C = \text{Nb, W, Ti, Mn, Si}$; $D = \text{Si, Nb}$; $M = \text{Ca, Mn, Sr, REE, Y, Na}$; $Z = \text{Zr, Ti}$; $T = \text{Si}$; $X = \text{Cl, F, H}_2\text{O, CO}_3$. К настоящему времени эта группа расширилась до 24 минеральных видов, относящихся к 15 разным структурным типам, которые связаны между собой однотипной топологией гетерополиэдрического каркаса и различаются в основном положением атомов во внекаркасной части структуры [2].

Тесное структурное и химическое родство различных членов группы эвдиалита определяет визуальную неразличимость многих из них, а также недостаточность для их надежной идентификации обычных диагностических методов. Уверенная диагностика отдельных видов данной группы в настоящее время возможна лишь при использовании монокристалльных методов структурного анализа. Словесное описание наиболее сложных эвдиалитовых структур, содержащих до 800 атомов в элементарной ячейке, также сопряжено с рядом трудностей, для преодоления которых на помощь приходят нестандартные способы изложения научных результатов, такие как использование жанра «минералогических сказок» [1]. Однако наиболее универсальным и эффективным при описании таких структур представляется использование в качестве иллюстративного материала продуктов цветной структурной графики, подобных приведенным в работах [5–8].

Использование многоцветных полиэдрических изображений сложных структур, напоминающих чарующие орнаменты древних персидских мавзолеев, делает их незаменимым средством визуализации наиболее существенных различий родственных фаз, средством, обеспечивающим понимание весьма сложного кристаллохимического материала не только профессионалом, но и минералогом-любителем. Не менее плодотворным может оказаться использование эмоционально-изобразительных возможностей эстетической кристаллохимии и в практике музейной работы. По имеющимся прогнозам [3], к середине XXI века общее число выявленных в природе минералов возрастет от современных четырех до 10–11 тысяч видов. Поскольку минералы, образующие кристаллы и зерна крупных размеров (1–10 см и более), в существенной части уже открыты, расширение фонда минеральных видов в ближайшие десятилетия будет во все большей степени осуществляться за счет объектов «бинокулярного» (0,1–1 мм) и микроскопического (0,001–0,1 мм) уровней, не пригодных для непосредственной демонстрации в музейных выкладках. В связи с этим автор высказывает предположение [4], что в недалеком будущем при экспонировании таких объектов в минералогических музеях наряду с другими приемами будут широко использоваться методы компьютерной графики, в том числе полученные с их помощью многоцветные изображения кристаллических структур минералов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 07-05-00084

Литература

1. Расцветаева Р.К. Царь Эвдиалит и его династия. Минералогическая сказка // Природа, **2001**, № 4, с. 63–67.
2. Хомяков А.П. Кристаллохимическая систематика группы эвдиалита // III межд. симпозиум Минеральное разнообразие – исследование и сохранение. Доклады. София: Земята и хората, **2007**, с. 257–264.
3. Хомяков А.П. Современная система природных минералов и перспективы ее расширения // Росс. хим. журн. (Журн. Росс. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), **2009**, т. 53, № 1 (в печати).
4. Хомяков А.П. Эстетическая кристаллохимия как ключевой элемент экспозиции минералов в музеях XXI века // Минералогические музеи-VI. Материалы межд. симпозиума по истории минералогических музеев, музееведению, минералогии, кристаллографии и геммологии. СПб., **2008**, с. 288–290.
5. Хомяков А.П., Нечелюстов Г.Н., Расцветаева Р.К., Ма Чжешен. Диверсилит-(Ce) $\text{Na}_2(\text{Ba},\text{K})_6\text{Ce}_2\text{Fe}^{2+}\text{Ti}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]_3[\text{SiO}_3\text{OH}]_3(\text{OH},\text{H}_2\text{O})_9$ – новый силикат с разнородными тетраэдрическими комплексами из Хибинского щелочного массива, Кольский полуостров, Россия // ЗВМО, **2003**, № 5, с. 34–39.
6. Хомяков А.П., Дусматов В.Д., Феррарис Дж. и др. Цирсилит-(Ce) (Na, $\square$) $_{12}(\text{Ce},\text{Na})_3\text{Ca}_6\text{Mn}_3\text{Zr}_3\text{Nb}(\text{Si}_{25}\text{O}_{73})(\text{OH})_3(\text{CO}_3)\cdot\text{H}_2\text{O}$ и карбокентбруксит (Na, $\square$) $_{12}(\text{Na},\text{Ce})_3\text{Ca}_6\text{Mn}_3\text{Zr}_3\text{Nb}(\text{Si}_{25}\text{O}_{73})(\text{OH})_3(\text{CO}_3)\cdot\text{H}_2\text{O}$ – новые минералы группы эвдиалита из щелочного массива Дара-и-Пиоз, Таджикистан // ЗВМО, **2003**, № 5, с. 40–51.
7. Хомяков А.П., Нечелюстов Г.Н., Расцветаева Р.К., Розенберг К.А. Андриановит $\text{Na}_{12}(\text{K},\text{Sr},\text{Ce})_3\text{Ca}_6\text{Mn}_3\text{Zr}_3\text{NbSi}_{25}\text{O}_{73}(\text{O},\text{H}_2\text{O},\text{OH})_5$ – новый высококалийный минерал группы эвдиалита из Хибинского щелочного массива, Кольский полуостров, Россия // ЗРМО, **2008**, № 2, с. 43–52.
8. Johnsen O., Grice J.D. The crystal chemistry of the eudialyte group // Can. Mineral., **1999**, v. 37, p. 865–891.

О СОТРУДНИЦАХ А.Е. ФЕРСМАНА В ЕГО ПЕРВЫХ ЭКСПЕДИЦИЯХ НА КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ

Шпаченко А.К.¹, Макарова Е.И.²

¹Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, Россия, ark@geoksc.apatity.ru

²Научный архив КНЦ РАН, Апатиты, Россия, makarova@admksk.apatity.ru

При ознакомлении со списками участников экспедиций академика А.Е. Ферсмана на Кольский полуостров 1920–24 гг. бросается в глаза их преобладающий женский состав. Так, в экспедиции 1920 г. участвовали преподаватели Ленинградского университета Е.Е. Костылева, В.А. Унковская, Е.В. Еремина, научные сотрудники Геологического и минералогического музея РАН Э.М. Бонштедт и Н.Н. Гуткова, студентки Ленинградского университета А.В. Лермантова, С.А. Лихарева, Р.Б. Россиенская, М.Л. Степанова, М.В. Терпугова. В экспедиции 1921 г. участвовали заведующая «центральной базой» Е.П. Кесслер и научный сотрудник Геологического и минералогического музея РАН З.А. Лебедева.

Из всего состава первых кольских (или, скорее, хибинских) экспедиций А.Е. Ферсмана, довольно хорошо известно лишь о жизни и судьбе очень немногих из них. Это прежде всего о Екатерине Евтихьевне Костылевой и Эльзе Максимилиановне Бонштедт [2]. О других известно поразительно мало, практически – ничего !..

Так у Л.Г. Порицкой [2] находим упоминание о Е.В. Ереминой, работавшей в Ленинградском университете на кафедре геологии вместе с академиком Ф.Ю. Левинсон-Лессингом. Как удалось выяснить благодаря помощи Б.Е. Боруцкого, в начале 20-х годов Екатерина (или Елизавета?) Владимировна Еремина (Черняева) (28.10.1879–10.03.1964) вместе с академиком В.И. Вернадским выехала во Францию для работы в Институте Кюри-Склодовской. В дальнейшем она осталась во Франции, сделала хорошую научную карьеру, продолжала заниматься минералогией и петрологией щелочных пород, преподавала в Сорбонне. Удивительная биография !

Там же [2] упоминается М.В. Терпугова-Лихарева, но нет С.А. Лихаревой. Ничего нам пока что не известно о Р.Б. Россиенской. В списке участниц хибинской экспедиции, значится А.В. Лермантова. И в первом научном отчете минералогической экспедиции на Хибинский массив (август–сентябрь 1920 г.) есть ссылка на то, что описание столбчатых ледяных кристалликов, «поднимающих камушки на высоту от 2 до 10 см», сделано «А.В. Лермантовою» (на что обратил внимание авторов Б.Е. Боруцкий). А из отчетов о деятельности Геолкома, можно узнать, что 10–13 мая 1924 г. в штатные сотрудники петрографической и палеонтологической секций Геолкома была выбрана Е.В. Лермантова (в списках 1923 г. она еще не значится). В дальнейшем Е.В. Лермантова записана как

окончившая Ленинградский университет, в списке личного состава на 1 октября 1925 г. она помощник геолога, позже – научный сотрудник, на 1 октября 1927 г. Е.В. Лермонтова – и.о. младшего геолога в палеонтологическом подотделе (IV отдела). После реорганизации Геолкома Е.В. Лермонтова продолжила работу в Институте геологической карты, а затем в ЦНИГРИ, стала известным палеонтологом. Известна ее публикация 1933 г. о древнейших отложениях Урала в Записках ВМО. Та ли это А.В. Лермантова ?..

В.А. Унковская – участница трех экспедиций А.Е. Ферсмана в Хибины 1920–22 гг. Предположительно, в июле 1931 – январе 1932 гг. она была ученым секретарем ГЕОХИ АН СССР. В архиве В.И. Вернадского (на сайте РАН) удалось обнаружить короткое письмо В.А. Унковской к В.И. Вернадскому, датированное 31/V-38 г. Но вот история этого письма, да и подробности судьбы В.А. Унковской пока что нам неизвестны... Как недавно удалось установить, в Объединенном архиве СПбГУ сохранилось личное дело В.А. Унковской, и есть надежда, что вскоре удастся осветить некоторые страницы и этой биографии.

О судьбе научного сотрудника Геологического и минералогического музея РАН, участницы экспедиции 1921 г. З.А. Лебедевой также ничего не известно. Жизнь Н.Н. Гутковой [3], одной из постоянных спутниц А.Е. Ферсмана во многих экспедициях на Кольский, прослеживается до 1936–38 гг., далее – неизвестность... Е.П. Кесслер (8.10.1892–1941 (?) – жена Э.К. Кесслера, родственника А.Е. Ферсмана по материнской линии, доверенное лицо А.Е. Ферсмана, неизменная хозяйка и заведующая горной станцией Тьетта. В 1938–40 гг. была арестована, однако впоследствии освобождена из-за недоказанности обвинений в шпионско-диверсионной деятельности [1].

Таковы разные и непростые судьбы некоторых помощниц академика А.Е. Ферсмана в его экспедициях на Кольский полуостров.

Литература

1. Макарова Е.И., Шпаченко А.К. «Феи деревянного дворца на озере Вудъявр» (О сотрудниках Тьетты, 1920–30-е гг.) // Всероссийская (с международным участием) научная конференция, посвященная 90-летию со дня рождения д. г.-м. н. Е.К. Козлова, «Проблемы рудогенеза докембрийских щитов». Апатиты, 14–15 апреля 2008 г. Апатиты: Изд. К&М. **2008**. С. 54–59.

2. Порцкая Л.Г. Становление женского геологического образования в России. Ко дню геолога 4 апреля 2004 г. // Санкт-Петербургский университет. № 8-9 (3664–65), 31.03.**2004**.

3. Шпаченко А.К. Они были первыми (о составе первых хибинских экспедиций А.Е. Ферсмана) // Всероссийская (с международным участием) научная конференция, посвященная 90-летию со дня рождения д. г.-м. н. Е.К. Козлова, «Проблемы рудогенеза докембрийских щитов». Апатиты, 14–15 апреля 2008 г. Апатиты: Изд. К&М. **2008**. С. 76–81.

БЕЛОМОРИТ СЕВЕРНОЙ КАРЕЛИИ

Сырвачева В.Ю. (8-й класс), руководитель Жаданова Л.Е., МОУ ДОД «Дворец детского (юношеского) творчества» г. Перми, геологическое объединение,

le_zhadanova@rambler.ru

Данная работа посвящена беломориту. В июле-августе 2001 года юные геологи Дворца детского (юношеского) творчества г. Перми совершили учебно-геологическую экспедицию. Автор отобрал лучшие образцы, собранные в этой экспедиции, обработал и отполировал их в камнерезном кружке, изготовил брошь и обобщил литературные данные по беломориту.

Так бы и жить ему под именем «лунный камень», если бы...

Всего несколько километров отделяют станцию Полярный Круг от жилы «Синяя Пала», где добывали белый полевой шпат. Вроде ничем не примечательное место, такое, каких немало в этом северном крае. Сюда-то и пришел неутомимый в поиске минералов, истово и поэтично в них влюбленный Александр Евгеньевич Ферсман... Но вскоре случилась совсем уж волшебное: Александр Евгеньевич взошел на вершину одного из прибрежных холмов. Оттуда открылся прекрасный вид, и... «неожиданно я увидел свой камень, нет, не камень, а Белое море с тем же синевато-зеленым отливом, сливавшегося с таким же синеватым горизонтом такого же серого, туманного, не искристого неба. Заходящие лучи солнца, иногда поднимали из глубин, какие-то красноватые огоньки... Белое море отливало цветами лунного камня... или камень отражал бледно-синие глубины Белого моря?...». Странно ли, что чудному переливчатому камню дал А.Е. Ферсман название беломорит...

Свойства минерала. Беломорит относится к серии алюмосиликатов натрия и (или) кальция, химический состав которых варьируется от NaAlSiO_8 (альбит) до CaAl_2O_8 (анортит). Хорошо образованные кристаллы встречаются относительно редко. Они имеют таблитчатый и таблитчато-призматический облик. Под пламенем паяльной трубки плавится с трудом, часто окрашивая пламя в желтый цвет, в кислотах не растворяется. Блеск – перламутровый, стеклянный. Спайность – совершенная по двум направлениям. Твердость 6. Удельный вес – от 2,61 до 2,76 г/см³. Излом ровный. Диагностические признаки: цвет, сильные отливы на плоскостях спайности, разлагается в кислотах.

Беломорит является прекрасным поделочным камнем. Автор описал стадии обработки: распиловки, шлифовки и полировки беломорита, особенности его обработки и по этой технологии изготовил полировки и брошь, фотографии и образцы которых представлены в работе. Оформлена коллекция «Беломорит Северной Карелии».

А.Е. ФЕРСМАН – ГЕОЛОГ С ДЕТСТВА

*Алабужин К. (5-й класс), руководитель Панфилова И.М., МОУ ООО ДДТ «Остров»,
Миасс, school7-miass@yandex.ru*

Реферативная работа раскрывает следующие темы: детское увлечение А.Е. Ферсмана камнем, А.Е. Ферсман – «человек-легенда» и книги, написанные А.Е. Ферсманом.

А.Е. Ферсман родился 8 ноября 1883 г. в Санкт-Петербурге. Каждое лето семья ездила отдыхать в Крым, в небольшой поселок Тотайкой. И вот там, когда мальчику было 6 лет, и зародилась любовь к камню. Сначала он с мальчишками просто собирал красивые крымские камешки. Но однажды нашел на чердаке старую, покрытую пылью коллекцию камней. Она удивила и покорила его сердце. Разнообразные ракушки, все чаще попадавшиеся в желтых песчанистых породах, уже связывались в сознании юных искателей с древними морями, некогда населенными несуществующими ныне чудовищами.

Любовь к камню Александр Евгеньевич пронес через всю жизнь. Он практически знал все камни на свете, неслучайно Ферсмана называли «богом минералогии». А.Е. Ферсман широко известен, как геолог-практик. Южноуральцам А.Е. Ферсман особенно дорог тем, что тридцать лет своей жизни он отдал созданию и развитию Ильменского заповедника. Это со слов Ферсмана мы называем Ильменский заповедник «минералогическим раем». Много сил и времени Ферсман отдал поискам и изучению минералов на Урале. Все, кто живет на Южном Урале, гордятся тем, что у нас есть Ильменский заповедник – единственный в мире минералогический заповедник. Но если бы не Александр Евгеньевич Ферсман, Владимир Иванович Вернадский и другие ученые, то заповедника могло бы не быть.

В 1914 г., когда началась первая мировая война, было трудно и тревожно, но ученые собирались по вечерам на балконе школы у старой станции «Миасс» и мечтали о будущем Ильмен. Ферсман мечтал увидеть на вершине Ильменской горы дворец-курорт, куда можно было бы добраться по канатной дороге, чтобы там люди могли отдыхать, любоваться сверху красотой этих мест. А под горой должен быть музей минералов, лаборатории для ученых, библиотека. Не все мечты исполнились, но ученые добились, что в самые трудные годы страны (шла Гражданская война), В.И. Ленин подписал в мае 1920 г. Указ о создании Ильменского минералогического заповедника. Ферсман был одно время директором заповедника, очень много сделал, чтобы у подножья Ильменской горы родился научный центр по изучению подземных богатств. Именно там сейчас создан прекрасный музей, в лабораториях работают ученые, изучают камни.

Александр Евгеньевич очень любил Ильмены, называл заповедник «минералогическим раем», писал о нем в своих книгах: «Нигде меня не охватывало такое

чувство восхищения перед богатством и красотой природы, как на амазонских копиях Ильменских гор. Глаз не мог оторвать от голубых отвалов амазонского шпата... Я не мог скрыть своего восторга перед этим богатством... Кто из минералогов не мечтает посетить этот минералогический край, единственный на земле по богатству, разнообразию и своеобразию своих ископаемых мест?». Ферсман был связан с заповедником 30 лет!

Александр Евгеньевич делился своей любовью к камням и людям не только в экспедициях, он много рассказывал взрослым и детям по радио, на лекциях, беседах. Не отказывался писать для детей в журналах «Мурзилка», «Пионер», «Юный техник».

Ферсмана очень любили дети. Где бы он ни появлялся, его сразу окружала детвора, ходила за ним по пятам, таскала ему камни. О самом сложном и неразгаданном он умел говорить увлекательно и, естественно, он стал писать для детей. Часто школьники без особого интереса принимают за чтение книг А.Е. Ферсмана по минералогии, но вскоре уже не могут оторваться от необыкновенных рассказов о жизни, казалось бы, мертвых камней. Автор открывает новый мир, настолько необычный и привлекательный.

Талантливые книги ученого дали путевку в науку, в геологию тысячам мальчишек и девчонок. Книги Ферсмана автобиографичные и похожи на исповеди счастливого человека. Свои книги Александр Евгеньевич написал как увлекательный роман, как своеобразную геологическую, минералогическую энциклопедию, где читатель очень много узнает о камне, его жизни, красоте, нужности людям. Книги А.Е. Ферсмана рассказывают и о самом Ферсмани, о тех людях, которые тоже всю жизнь занимались камнями: горщиках, старателях, ученых. «Занимательная минералогия» была первой книгой в целой библиотечке книг, которую посвятил ученый детям и подросткам. Второй была «Воспоминания о камне». Было много начато, задумано, но началась война. И только после войны, когда Александр Евгеньевич уже умер, его ученики подготовили к печати другие его книги. Так появились «Путешествие за камнем», «Занимательная геохимия», «Рассказы о самоцветах».

Все эти книги рассказывают школьникам не только о камнях, но и о связях всего в природе, о нашей земле, о нашем крае. Причем все это «из самых первейших уст», от человека, который сам прошел сорок тысяч километров, сам был исследователем камня, сам фотографировал для своих книг.

Так с детских лет любовь к камню определила всю дальнейшую жизнь удивительного человека – минералога, геохимика, геолога, писателя и руководителя советской науки А.Е. Ферсмана. Наверное, он прежде всего был талантливейшим наблюдателем – натуралистом и естествоиспытателем, обладавшим зоркими глазами и редкой способностью удивляться обычным неказистым булыжникам.

А.Е. ФЕРСМАН В ПЕРМСКОМ КРАЕ

Бурнышева Ж.В., Щенкова Е.С., (8-й класс), руководитель Сергеева И.В.,

МОУ ДОД «Дворец детского (юношеского) творчества» г. Перми, monolitr@mail.ru

Об Александре Евгеньевиче Ферсмане уже написано и еще будет написано много статей и книг. Потому что был он человеком ярким, интересным, ученым, влюбленным в свою науку, неутомимым путешественником, замечательным популяризатором научных знаний, вдохновленным оратором, крупным организатором науки и производства, горячим патриотом.

А.Е. Ферсман бывал во многих городах и странах, и мне стало интересно, бывал ли он в моем родном городе Пермь, Пермском крае? Наша родная земля известна тем, что у нас нашли первый алмаз России, только в нашем крае добывали волконскоит. Наш край знаменит Верхокамским месторождениями солей. По многим источникам мы знаем, что Ферсман был на Урале. В его книгах описываются копи Мурзинки, копи Ильменского заповедника, Изумрудные копи.

Мы поставили перед собой задачу найти данные о том, где бывал А.Е. Ферсман в Пермском крае.

А.Е. Ферсман посетил Кунгурскую ледяную пещеру в 1925 году. Восхищенно он описывал гроты пещеры усыпанные «сверкающими цветами искристого белого льда». Побывал в Ордынском районе в селе Покровское-Ясылское, где уже много лет, начиная с XIX в. ведутся разработки гипса-селенита.

В России Международный геологический конгресс проводился трижды. 7-й конгресс в 1897 году, 17-й в 1937 году и 27-й в 1984 году. Открытие 17-го конгресса состоялось 20 июня 1937 года в Москве. В нем принимали участие 2362 геолога из 50 стран. Президентом оргкомитета был И.М. Губкин, а генеральным секретарем А.Е. Ферсман.

В рамках Уральской экскурсии А.Е. Ферсман посетил Сарановское месторождение хромитов в Горнозаводском районе Пермской области. В г. Перми участников 17-го Международного геологического конгресса принимал минералогический музей Пермского государственного университета. В экспозиции музея находятся несколько образцов минералов, подаренных А. Е.Ферсманом.

Неоднократно мы бывали в Кунгурской ледяной пещере, знакомились с гипсовыми отложениями на юге области, где бывал сам А.Е. Ферсман.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ ГОРА ПОЛКОВНИК

*Видищева О., Долганова А. (9-й класс), руководители: Сопотко Г.А., Никифоров А.В., клуб «Юный геолог», Орск,
school56orsk@yandex.ru*

Академик А.Е. Ферсман, 125-летие со дня рождения которого отмечается в ноябре 2008 г., заинтересовался «тайнами орского камня» после посещения Петергофской гранитной фабрики. В августе 1932 г. Александр Евгеньевич руководит экспедиционным пробегом Миасс – Карталы – Белорецк – Магнитогорск – Орск, во время которого посетил гору Полковник – «самое замечательное в мире месторождение пестроцветной яшмы». Месторождение разрабатывается уже более 200 лет и отнесено к геологическим памятникам федерального значения. Яшма – один из наиболее красивых поделочных камней. Окраска – основная декоративная черта этого плотного, твердого, непрозрачного камня. А.Е. Ферсман восторженно отзывался о многокрасочности яшмы. Собран материал об истории изучения и использования орской яшмы от начала XVIII в. до настоящего времени, приводится материал по геологическому строению района месторождения, точки зрения геологов на происхождение яшм. Наряду с наиболее распространенными сургучно-красными, зеленовато-серыми и серыми яшмами, на месторождении присутствуют пестроцветные яшмы (до 25%), которые выделяются разнообразием своей текстуры, рисунка, расцветок. По характеру рисунка пестроцветной яшмы геологи выделяют следующие разновидности: пятнистые, полосчатые, брекчиевидные, с флюидальным рисунком, рисунчатые и пейзажные. Первая классификация яшм была предложена в 1920 г. А.Е. Ферсманом. Он выделил 6 основных декоративных разновидностей яшм. В 60-е годы XX столетия уральский исследователь А.И. Игумнов предложил 11 текстурных разновидностей яшм, при этом сохранил три из шести групп А.Е. Ферсмана. В 1976 г. В.С. Шальных выделил еще 4 новые текстурные разновидности. Выделяемые текстуры иллюстрируются фотографиями образцов яшмы из запасников музея Орского клуба юных геологов, где собрана интересная коллекция пейзажных и портретных яшм. До середины 90-х годов в районе горы работал камнерезный цех ПО «Уралкварцсамоцветы», после банкротства которого в конце 90-х годов обработка яшм прекратилась. В 2000 г. лицензию на отработку яшмы получило ЗАО «Восточная геологоразведочная экспедиция». В настоящее время яшма эпизодически выбирается предприятием для небольшого камнерезного цеха. Кроме того, яшма используется несколькими частными камнерезными мастерскими.

К сожалению, геологический памятник природы гора Полковник, имеющий федеральное значение, фактически не имеет охраняемого статуса.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ИЗУЧЕННЫЕ А.Е. ФЕРСМАНОМ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ (НА ПРИМЕРЕ ХИБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

*Жданова К.В. (7-й класс), руководитель Лычева А.А., детско-подростковый центр «Геолог»,
Архангельск, geoclub@atnet.ru*

Работа посвящена Хибискому горному массиву, который находится в центральной части Кольского полуострова, потому что в этом году исполняется 125 лет со дня рождения великого русского геолога, минералога А.Е. Ферсмана.

Цель моей работы – познакомиться с открытиями и трудами А.Е. Ферсмана, описать месторождения апатитов на примере Хибинского, узнать его историю.

Задачи – описать историю открытия и становления Хибин и научных исследований А.Е. Ферсмана, рассказать о богатейших залежах полезных ископаемых Кольского полуострова открытых Ферсманом и с помощью специальной литературы дать характеристику Хибинскому месторождению.

В ходе написания работы, с помощью литературных источников я узнала, что Хибинское месторождении было открыто в 20-х годах прошлого столетия, научной экспедицией под руководством А.Е. Ферсмана. И с этого времени начинается активный этап его исследования и освоения.

В работе описално географическое и геологическое положение Хибин. Разобраны стадии формирования пород, слагающих земную кору Кольского полуострова, и в частности Хибинского горного массива. Существуют две основных фазы образования минералов – магматическая и фаза остывания, при понижении температуры в которой происходит образование зеленого апатита. Мне стало понятно, какими геологическими ресурсами обладает этот массив. В серой, однообразной природе – существует целая гамма редких минералов: кроваво-красный эвдиалит, лампрофиллит, ярко-зеленый эгирин, плавиковый шпат, нептунит, сфен...

Конечно же, было очень интересно узнать и отразить в реферате то, как все начиналось. Небольшой отряд молодых ученых-энтузиастов, в мае 1920 года отправился в первую экспедицию на Кольский полуостров. Практически по бездорожью, без специальных средств и оборудования, они шаг за шагом исследовали Хибинские тундры, отбирая интересные минералы для исследований. Так были сделаны первые шаги к промышленной добычи апатит-нефелиновой руды и создания целого научного комплекса.

В работе представлены основные типы пород, составляющие Хибинский массив, это нефелиновые сиениты, хибиниты, трахитоидные хибиниты, фойтиты, ричесорриты и другие. Называя Хибинские тундры природным минералогическим музеем, А.Е Ферсман знал и верил, что предстоят еще новые и новые открытия минералов имеющих практическую ценность. По его утверждению, своеобразность Хибин приведет к накоплению редких минералов, и создаст месторождения совершенно новых полезных ископаемых.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СТАДИИ СОВРЕМЕННОГО КОНГЛОМЕРАТОВОГО СПЕЛЕОЛИТОГЕНЕЗА

*Маерков П.О. (8-й класс), руководитель Муковозчикова Е.Н., Дом детского творчества
г. Боготол, объединение «Юный геолог», helena_sib@yahoo.com*

Александр Евгеньевич Ферсман обладал превосходным умением в полной мере «выводить на солнечную ясность» тайны подземного мира. Рассказывая об удивительном мире пещер, он пишет, что их минералогия еще не написана, и «каждый молодой наблюдатель может принести большую пользу науке, если будет точно изучать отложения пещер, зарисовывать и подробно описывать их дикий формы».

Конгломераты Манского прогиба Восточно-Саянской карстовой провинции относятся к числу малораспространенных пород осадочной оболочки земли. Их растворение связано с карбонатным составом, как гальки, так и цемента. Состав пород, специфичность динамики и химизма карстовых вод наложили большой отпечаток на особенности карста данной территории. Учитывая, что конгломератовые пещеры Манского прогиба являются самыми длинными в мире и представляют собой уникальное явление, автор определил цель исследования: выявить особенности современного конгломератового спелеолитоогенеза.

Как известно в основе формирования натечно-капельных образований лежит процесс выпадения карбоната кальция при условии улетучивания углекислого газа из раствора. А.Е. Ферсман говорит, что трудно перечислить все формы кристаллизации кальцита и поэтому каждая пещера имеет свои отличительные черты. Формы, в которых кальцит аккумулируются на потолке, стенах и дне пещеры зависят от количества воды – интенсивности капежа с потолка. В результате наблюдения в конгломератовых пещерах Манского прогиба (Орешной, Владимировской, Ручейной) можно выделить следующие стадии, на которых формируются различные виды натечно-капельных образований: озерная, капежа и конденсации. Причем, наблюдается различное сочетание этих стадий в пределах как одной пещеры, так и отдельных ее участков. В пещерах встречаются обломки древней кальцитово-коры мощностью 40-100см, что говорит о высокой обводненности в прошлом; сухие гурты и гурты с постоянно заполненными водой озерными ваннами; массивные и пагодообразные сталагмиты высотой до 35 см; каскадные натеки, которые часто своей конфигурацией повторяют неровную поверхность стен; трубчатые и конические сталактиты; бородавчатые натеки на стенах. Натечные формы встречаются почти во всех пещерах, правда, площадь их проявления намного скромнее, чем в пещерах, заложенных в известняках. Часто натечно-капельные образования создают генетические ансамбли:

сталактит – драпировка, сталактиты - гелектиты и другие. Примером такого сочетания может служить грот Сказка в пещере Орешной. Отличительной чертой является и то, что наряду с натечными формами поздних стадий литогенеза встречаются и совсем молодые. Натечно-капельные образования в пещерах Манского прогиба из-за ограниченности их распространения не оказывают значительного влияния на разнообразие и морфологию ходов. В то же время в местах формирования они создают уникальные подземные ландшафты.

УЛИЦА А.Е. ФЕРСМАНА В НАШЕМ ГОРОДЕ

Печенкин П.Е. (5-й класс), руководитель Панфилова И.М., консультант

Буторина Л.А., МОУ ООО ДДТ «Остров», Миасс, school7-miass@yandex.ru

26 сентября 1957 года решением Миасского исполкома № 256 «О переименовании улицы»: «Отмечая заслуги академика А.Е. Ферсмана в науке и перед нашим городом, в целях увековечения его имени, переименовать улицу Красноармейскую на улицу имени Ферсмана».

Впервые А.Е. Ферсман приехал на Южный Урал в 1912 году. За лето этого года он объездил ряд заводов и рудников Урала, участвовал в работах радиевой экспедиции В.И. Вернадского. Здесь он знакомится с искателями и добытчиками уральских самоцветов – горщиками и проникается к ним глубоким уважением.

Любовь к камню объединила профессора и минералогов-самоучек. А.Ф. Ферсман 30 лет своей жизни посвятил изучению Ильменских гор и созданию Ильменского заповедника, который называл «минералогическим раем».

ТУРМАЛИНЫ ЛИПОВСКИХ КОПЕЙ. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И РАЗРАБОТКИ

*Попов Д.В., Ретин Я.И. (9-й класс), руководители Лыкова И.С., Хромова Е.В.,
Геологическая школа МГУ им М.В. Ломоносова, innalykova@mail.ru, lizveta@gmail.com*

С 29 июля по 13 августа 2008 года в г. Екатеринбурге Свердловской области прошла практика группы Геологической школы МГУ им. Ломоносова. Целью поездки было ознакомление с геологией знаменитых месторождений Среднего Урала и историей развития уральского региона, являющегося объектом пристального внимания многих известных ученых, самым выдающимся из которых по праву считается А.Е. Ферсман. Были поставлены задачи сбора коллекций, знакомства с магматическими, осадочными и метаморфическими горными породами. В ходе практики были посещены такие известные месторождения, как Березовское, Баженовское, Изумрудные копи. Собраны коллекции, характеризующие минералогию и петрологию данных объектов. В Верхоловской копи была собрана коллекция одиночных кристаллов и сростков альмандина, интересных по своей морфологии. Разными формами выделения также привлек нас гематит в пос. Шабровский.

Одним из наиболее интересных объектов для нас представились Липовские копи, славящиеся своими розовыми и полихромными турмалинами и топазом. Драгоценные камни Липовки долгое время оставались малоизученными. А.Е. Ферсман писал в монографии «Пегматиты»: «Минералы Липовки необычайно разнообразны, многочисленны, но совершенно не изучены и частью даже совсем не определены...». Нам стало интересно, как происходило освоение и изучение копей и как обстоят дела в настоящее время.

Первые турмалины Липовки были найдены на пашнях приблизительно в 1899-1900 гг. За первое десятилетие интенсивных работ по добыче драгоценных камней копь сильно обеднела и вскоре была заброшена. В этот же период появилось краткое описание минералов копей, сделанное П.Л. Дравертом в 1904 г. А В.И. Воробьев в 1901 г. опубликовал первые сведения о липовском турмалине, в том числе и чертежи кристаллов, описал последовательность изменения их окраски, а также изучил розовые кристаллы берилла. В.И. Вернадский обнаружил в последних повышенное содержание цезия и воды, и назвал эту разновидность берилла воробьевитом.

С 1912 по 1916 гг., а потом и позже, Липовские копи изучал А.Е. Ферсман. Результаты своих исследований он опубликовал в книгах «Драгоценные и цветные камни СССР. Т1, 2» (1920,1925) и «Пегматиты. Т.1» (1940). В этих работах он первым описал

геологию месторождений и классифицировал турмалины по цвету в различных типах пегматитов.

В 1921 г. начались целенаправленные разработки месторождения, продолжавшиеся в течение полувека. В начале 1930-х гг. возник интерес к пегматитам Липовки как возможному источнику лития. Запасы лепидолиты оценены в 1800 т, добыто при этом 12 т. Последние серьезные работы на старом Липовском месторождении – Шерловой копи – проводились в 1968–1970 гг. – была выполнена разведка на кристаллы турмалина как пьезосырья.

Ранее предполагалось, что Липовское – единственное месторождение турмалинов близ Липовки, однако в 1957 г. в 2 км к юго-западу от Шерловой копи было открыто Липовское месторождение силикатных никелевых руд, эксплуатировавшееся карьерами с 1960 по 1991 г. Карьерами были вскрыты большое число гранитных пегматитов, очень похожих на жилы Шерловой копи. В них было найдено множество ценных образцов – розовые и полихромные турмалины, голубой топаз, лепидолит и танталониобаты. Неплохие образцы встречаются и в настоящее время.

Несмотря на широкую известность Липовских копей, более чем полвека их исследования практически не велись. Только во второй половине 80-х годов дело сдвинулось с мертвой точки, появилась работа Д.П. Сердюченко с соавторами с данными химического состава липовских турмалинов. Следующий этап исследования приходится на XXI век. Минералы Липовских копей изучаются Л.Р. Меметовой, И.В. Пековым и др. Ими описана последовательность выделения минеральных видов, дана классификация пегматитовых жил и встречающихся в них турмалинов на основе химического состава последних.

После окончания эксплуатации никелевого месторождения участок, где расположены карьеры, стал частью Режевского государственного природно-минералогического заказника.

БОЛЬШАЯ БАРИТОВАЯ ПЕЩЕРА (КЫРГЫЗСТАН)

Сенцова Е.А. (10-й класс), руководитель Жаданова Л.Е., МОУ ДОД «Дворец детского (юношеского) творчества» г. Перми, геологическое объединение,
le_zhadanova@rambler.ru

Первая половина XX века блистала именами замечательных ученых, прославивших русскую науку. Среди них одно из первых мест принадлежит Александру Евгеньевичу Ферсману, выдающемуся геохимику и минералогу, крупному деятелю науки, ученому, с именем которого связаны многие известные страницы освоения природных ресурсов России и ближнего зарубежья.

А.Е. Ферсман писал: «Много приходилось мне скитаться по самым диким уголкам нашей земли – и в нагорьях Монголии, и среди снегов полярной Лапландии, и на знойном острове Эльбе, и среди чарующих красот горного Алтая. Мне приходилось видеть и огромные пустоты с драгоценными розовыми турмалинами в гранитах Забайкалья, и редчайшие скопления ярких, искристых неведомых тел в Хибинских Тундрах, и богатейшие жилы дымчатых кварцев вершин Сан-Готтарда... Но все таки самыми красочными и яркими для меня являются поездки в Среднюю Азию. Во многих книгах А.Е. Ферсман описал свои путешествия в Среднюю Азию, в том числе и геологические объекты Тюя-Муяна.

В июле-августе 2008 года юношеская геологическая партия совершила учебно-геологическую экспедицию по территории Кыргызской республики с целью ознакомления с особенностями геологического строения региона. Мы посетили такие геологические объекты, как Кадамжай, Хайдаркан, Самаркандык и пещеры Улук-Тоо и Большую Баритовую.

Большая Баритовая пещера относится к карстовым пещерам и сложена карбонатными породами. В ней хорошо представлены скопления барита, мраморного оникса и кальцита.

Прошел уже не один век с момента первого посещения человеком Большой Баритовой пещеры. За это время она испытала на себе сильное антропогенное воздействие и очень изменилась. В результате незаконных разработок стенки пещеры, покрытые еще 20 лет назад баритовыми агрегатами, разрушены, геологическому объекту нанесен огромный ущерб.

Большая Баритовая пещера по своей природе уникальна, и если раньше она была предметом гордости и популярным объектом геологических экскурсий, то сейчас она находится в ужасающем состоянии. Мне кажется, что нужно приложить все наши усилия и знания к сохранению бесценных уникамов в своем естестве, помня, что человек никогда не

сможет сотворить что-либо подобное тем сокровищам, которые созданы в веках самой природой!

В работе описаны и представлены фотографии образцов, отобранных юными геологами во время экспедиции, и оформлена коллекция «Минералы и горные породы Большой Баритовой пещеры».

СОЗДАНИЕ ГЕОЛОГО-КРАЕВЕДЧЕСКОЙ «ТРОПЫ А.Е. ФЕРСМАНА» В ХИБИНАХ – ЕЕ ИСТОРИЯ, СОСТОЯНИЕ И ЗАДАЧИ

Синицына Н.А. (8-й класс), руководитель Кирнарский Ю.М., Дом детского и юношеского творчества г. Апатиты, ddyt@apatity.mels.ru

Цель работы – изложение результатов геолого-геофизических исследований, проведенных для создания учебной геолого-краеведческой «Тропы А.Е. Ферсмана» как нового туристско-краеведческого маршрута в Хибинах.

Методика выполнения работы – проведение полевых геологических наблюдений, а также радиометрических и магнитометрических измерений и их камеральная обработка.

Содержание работы. В результате обработки материалов учебных экспедиций 1990–2007 гг. в СЗ части Хибинского массива учащимися геологического кружка ДДТ впервые разработан однодневный маршрут по учебной геолого-краеведческой «Тропе А.Е. Ферсмана». «Тропа» проложена по местам первого хибинского маршрута Ферсмана в 1920 году, с которого началось все геологическое изучение Хибин. Реферативно освещена история этого маршрута и современная геологическая изученность района.

Изложены геологические и геофизические (магнитометрические и радиометрические) данные, полученные участниками экспедиций. Геологические наблюдения и геофизические измерения проводились на двух профилях, общая протяженность которых составила около 3,5 км. Выявлены четыре комплекса пород – древнейшие архейские гранитоиды, две различные группы вмещающих протерозойских пород (метаосадочные и метадиабазы) и собственно породы Хибинского массива (щелочные и нефелиновые сиениты и их пегматиты). Установлены зависимости измерявшихся геофизических полей от состава пород, развитых в отдельных точках участка. Для гранитоидов и осадочных пород характерны минимальные значения напряженности магнитного поля ($\wedge Z$ менее 80 эрстед) и средние значения гамма-радиоактивности ($I \sim 10\text{--}18$ мкр/час). Метадиабазы характеризуются повышенными значениями $\wedge Z$ (80–100 эрстед) и низкими значениями радиоактивности (I менее 10 мкр/час). Для нефелиновых сиенитов обычны низкие значения $\wedge Z$ (менее 60 эрстед) и повышенные значения радиоактивности (как правило, в пределах 18–30 мкр/час). Эти закономерности могут быть использованы в будущем при проведении детальных геолого-картировочных работ в пределах участка.

Полученные результаты. Материал является основой для создания и издания краткого путеводителя по «Тропе А.Е. Ферсмана». Перечислены работы, которые еще нужно выполнить для практического открытия предлагаемого геолого-краеведческого маршрута по этой «Тропе».