

Июль
2004 г.
№ 7 (115)

Вестник

Института геологии Коми научного центра УрО РАН

В этом номере:

От физики и химии к минералогии поверхностей	2
Роль кремнистой составляющей шунгитовой породы в регулировании пористости структуры при термоокислительной обработке	5
Общие факторы экономического развития Республики Коми и Ненецкого автономного округа	8
Вещественный состав и структурные особенности хондритов .	10
Минералогические проблемы кремнезема	13
Итоги семинара	14
Плейстоценовые отложения Удорского района	17
Сравнительная характеристика мафитов елиминского и няртинского комплексов севера Урала ...	19
За удачей под номером 13	21
Памяти Л. М. Варюхиной	24

Главный редактор

академик Н. П. Юшkin

Зам. главного редактора

д. г.-м. н. О. Б. Котова

Ответственный секретарь

к. г.-м. н. Т. М. Безносова

Редколлегия

д. г.-м. н. А. М. Пыстин,
д. г.-м. н. В. И. Ракин,
к. г.-м. н. И. Н. Бурцев,
к. г.-м. н. Д. В. Пономарев,
Н. А. Боринцева, В. Ю. Лукин,
Г. В. Пономарева, П. П. Юхтанов

ВИЗИТ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ СОВЕТА ФЕДЕРАЦИИ

25—26 июля Сыктывкар посетил с рабочим визитом Председатель Совета Федерации РФ Сергей Михайлович Миронов.

Насыщенная программа пребывания С. Миронова включала обсуждение вопросов освоения и развития минерально-сырьевой базы европейского Северо-Востока России с руководством РК, учеными и руководителями крупных компаний.

На этой встрече, которая проходила в Коми научном центре в зале Ученого совета Института геологии, рассматривались также проблемы социально-экономического развития северных регионов страны.

Для того, чтобы тема обсуждения представля-

лась более наглядно Сергея Михайлова познакомили с экспозицией геологического музея им. А. А. Чернова и подарили на память тиманский агат. В свою очередь в дар музею от Совета Федерации РФ была преподнесена подарок — ваза ручной работы.



Дискуссия в зале Ученого совета (фото В. Ячменева)



Высокий гость знакомится с богатствами республики, представленными в музее Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Слева направо И. Н. Бурцев, С. М. Миронов, В. А. Торлопов, М. П. Роцвский (фото А. М. Асхабова)

ХРОНИКА ИЮЛЯ

25 июля в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН состоялась встреча Председателя Совета Федерации Федерального собрания РФ Сергея Михайловича Миронова с руководством Республики Коми, руководителями крупных компаний и научной общественностью по вопросам развития минерально-сырьевой базы РК

30 июля — юбилей к. г.-м. н. Ольги Павловны Тельновой



ОТ ФИЗИКИ И ХИМИИ К МИНЕРАЛОГИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Д. г.-м. н.
О. Б. Котова
kotova@geo.komisc.ru

К. ф.-м. н.
А. П. Чувохин
СЛИ

Студент
А. В. Понарядов
КГПИ

Наука о явлениях на поверхности охватывает чрезвычайно широкий круг вопросов. Каждое вещество имеет границы, которые являются поверхностью раздела двух сред. К поверхности, как и ко всякой границе, можно подходить с двух сторон. Физики подходят к ней со стороны твердого тела. Они выходят на поверхность из объема, игнорируя при этом окружающую среду [4, 7]. Химики подходят к поверхности по-иному — со стороны газовой фазы и исследуют поверхность в ее взаимодействии с окружающей средой, часто забывая при этом об объеме [6, 10]. Таким образом, поверхность, являясь границей между двумя фазами, представляет собой в то же время границу между двумя науками: физикой и химией. Здесь, выражаясь словами Ломоносова, “физика и химия так переплетены между собой, что одна без другой быть не могут”. Изучение физических и химических свойств этих границ создает достаточно широкое поле деятельности в различных областях науки, в том числе в минералогии и кристаллографии.

Мы попытались обобщить достижения физики поверхности: показать различия между идеальной и реальной поверхностями, привести модели взаимодействия газ — кристалл, схематизировать экспериментальные методы изучения поверхности с целью в перспективе использовать полученные обобщения и схемы для исследования поверхностных минеральных фаз.

Понятие идеальной поверхности имеет смысл лишь при создании теории поверхностей, рассмотрении внутренних свойств твердых тел и жидких веществ. Идеальная поверхностная кристаллическая структура, так же как и идеальная объемная, на практике не реализуется. В реальных структурах всегда присутствуют дефекты. На рис. 1 показаны важнейшие из поверхностных дефектов. Через степень и характер дефектности структуры и состава поверхности минерала, которые определяют мо-

дификацию свойств, можно подойти к созданию моделей процессов минералообразования и далее — к формированию руд [11]. Это одно из приоритетных направлений фундаментальных исследований систем газ—минерал. Важным практическим приложением изучения такой системы является создание новых геотехнологий [2].

Рассматривая проблемы взаимодействия поверхности в контакте со средой, и химики, и физики сталкивались со множеством явлений и процессов [9]. Это адсорбция, катализ, испарение, конденсация, диффузия и другие процессы, происходящие на границах раздела фаз: газ — кристалл, газ — жидкость, жидкость — жидкость, жидкость — кристалл, кристалл — кристалл. Экспериментально доказано, что роль поверхности в физико-химических процессах исключительно велика. Поверхность может оказывать значительное воздействие на формирование свойств кристаллов и соседних фаз. Так, например, магнитная проницаемость, прочность, пластичность, способность к обработке любых веществ сильно зависят от свойств поверхности.

В науке о явлениях на поверхности к числу наиболее существенных процессов относится адсорбция. Адсорбция наблюдается на границах раздела фаз. Суть этого явления состоит в том, что молекулы или атомы из объема одной фазы взаимодействуют с поверхностью раздела фаз и при этом находятся на ней некоторое время, что приводит к повы-

шению концентрации атомов или молекул на поверхности по сравнению с концентрацией в объеме, особенно если речь идет о тонких частицах.

Если одна из фаз является газом, то возможны два случая взаимодействия молекул газа с поверхностью: первый — упругое отражение, второй — захват и пребывание на поверхности некоторое время τ . Это время принято называть средним временем жизни молекул в адсорбированном состоянии. Если τ мало, то обнаружить адсорбированные молекулы трудно. Однако доказательством того, что это время конечно, является происходящий при этом энергообмен. Если τ больше, то его не только можно обнаружить, но и применять адсорбцию на практике.

В ряде случаев используются особые поверхности, которые адсорбируют определенные виды молекул и ускоряют их реакции с другими видами молекул. Этот процесс, названный катализом, широко распространен в природе и нашел применение в различных технологиях.

Современные геотехнологии требуют знания явлений и процессов, происходящих в тончайших поверхностных слоях материалов, включая очистку поверхностей, процессов конденсации, испарения, адсорбции, которые обуславливают формирование поверхностных фаз с заданными свойствами.

Поверхностные явления могут приводить к существенным изменениям оптических свойств твердых тел. Такие оптические характеристики, как коэффициенты отражения, светопропускания и другие параметры, в значительной степени определяются состоянием адсорбированных или конденсационных покрытий поверхностей твердых тел. Аналогичные изменения наблюдаются на минералах. Выявлено влияние адсорбофизических полей на оптические параметры тонкодисперсных минеральных систем. Обнаружено, что для широкозонных минеральных систем не ха-



Рис. 1. Схема важнейших поверхностных дефектов



рактерно дефектообразование в объеме кристалла в регулярной решетке за счет распада низкоэнергетических возбуждений, как это происходит на галогенидах щелочных металлов. Наличие дефектообразования в регулярных и собственно-дефектных участках поверхности было установлено на ряде тонкодисперсных минеральных систем. Показано, что большую роль в изменении оптических параметров микроминералов играет поверхностный гидроксильный покров [2].

Таким образом, круг вопросов, которые уже сегодня охватывает физика поверхности минералов, действительно широк. Ограничение объекта исследования системой газ—минерал оказывается недостаточным, поскольку проблема межфазного взаимодействия в такой системе многогранна и сложна. Начальным этапом исследований поверхностей считается “идеальная поверхность”. Такая поверхность, как отмечалось выше, в природе не существует, однако возможны различные приближения, экспериментально реализуемые в некоторых экстремальных условиях. Стремление изучать объект в особых, экстремальных условиях присуще почти всем дисциплинам современного естествознания. Дело в том, что для понимания причин происходящего зачастую приходится искать и выделять наименьшее число самых важных факторов, т. е. факторов, которые наиболее сильно влияют на изучаемое явление. Экстремальные условия в физике поверхности создаются с помощью сверхвысокого вакуума, сверхвысоких и сверхнизких температур и использования в качестве объекта исследования кристаллов с совершенными гранями. Понять динамику процессов, происходящих на поверхности, при наименьшем числе важнейших факторов и научиться ими управлять — такова одна из основных задач современной физики поверхности. Минералы — природные образования, поэтому создание воспроизводимых условий в системе газ—минерал достаточно проблематичная задача. Именно в этом случае разумно воспользоваться достижениями и приемами физики поверхности для решения проблем поверхностей в минералогии.

В основе описания процессов адсорбции-десорбции и переноса энергии и импульса молекул в системе газ—кристалл лежат модели [3]. Общие представления о возможных вариантах по-

ведения частиц на границе раздела этих фаз дает обобщенная модель взаимодействия (рис. 2). Происходящие в этой системе процессы можно схематически представить в виде нескольких стадий. Под термином “молекула” подразумеваются все частицы, существующие в газовой фазе, в том числе и атомы.

1. Молекула претерпевает упругое рассеяние и возвращается в газовую фазу. Как и при упругом рассеянии электронов, этот процесс может привести к эффектам дифракции.

2. Молекула передает кристаллу часть своей кинетической энергии и оказывается удержанной центром слабой адсорбции. Это состояние (A) соответствует самым мелким потенциальным ямам и называется физической адсорбцией. При этом происходит процесс обмена энергией между твердым телом и ударяющейся о него молекулой, и этот процесс называют аккомодацией.

3. Молекула первоначально удерживается кристаллом в состоянии A, связь между молекулой и его поверхностью колебательно возбуждена, но при дальнейшем обмене энергией с кристаллом молекула может оказаться на нижнем уровне потенциальной ямы.

4. Молекула может попасть на нижний уровень потенциальной ямы A не при первичном столкновении с поверхностью, как в случае 3, а перепрыгнув на соседний центр и потеряв при этом энергию возбуждения.

5. Молекула, находящаяся на нижнем уровне потенциальной ямы A, может переместиться к соседнему центру A, получив от кристаллической решетки тепловую энергию, достаточную для преодоления энергетического барьера E_m .

6. Если на поверхности имеется второй центр (B) с более высокой энергией связи, соответствующий хемосорбции, то молекула соседнего центра A может переместиться в состояние B, получив энергию активации E_{AB} . В этом случае состояние A является подвижным предшественником состояния B.

7. Состояния A и B могут располагаться практически в одной и той же точке поверхности, и молекула, попадая в состояние A из газовой фазы, мо-

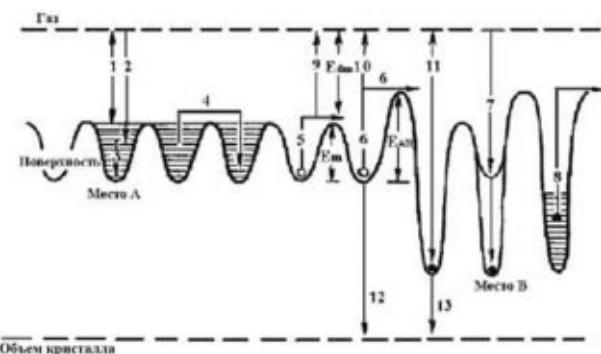


Рис. 2. Схема взаимодействия в системе газ—кристалл.
Объяснение в тексте

жет перейти прямо в состояние B без перемещений по поверхности. Такой процесс рассматривался ранее при описании имеющего место в процессе взаимодействия водорода с металлом перехода от физической адсорбции к слабой хемосорбции [2]. В этом случае состояние A называют неподвижным предшественником состояния B.

8. При образовании прочных хемосорбционных связей молекул адсорбата с поверхностью освобождается большое количество энергии, которая, как и на описанной выше стадии 4, не поглощается полностью тем центром B, на котором произошла первоначальная хемосорбция. Тогда молекула будет дифундировать из одного состояния в другое до тех пор, пока не передаст кристаллической решетке достаточное количество энергии, чтобы задержаться на определенном центре.

9. Молекула может десорбироваться. На данной схеме показана десорбция в ходе диффузии (или миграции). При этом молекуле требуется энергия активации E_{dm} .

10. Десорбция из состояния A с энергией активации E_{dA} .

11. Десорбция из состояния B с энергией активации E_{dB} .

12. Перемещение молекулы из состояния A в объем кристалла с образованием трехмерного соединения с адсорбентом.

13. То же из состояния B.

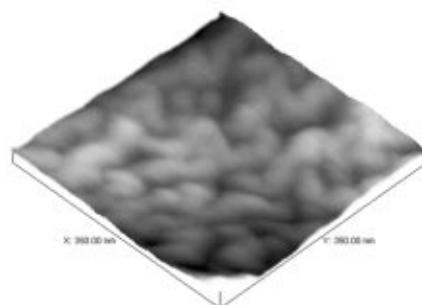


Рис. 3. AFM-снимок поверхности



На перечисленные выше стадии могут влиять взаимодействия между адсорбированными частицами, которые в модели считаются независимыми друг от друга. Теоретического описания всех перечисленных стадий на данный момент нет. Однако имеются достаточно развитые модели первичного соударения молекулы газа с поверхностью. Например, взаимодействие атома газа с кристаллом обычно описывается потенциальной функцией парного взаимодействия между атомом газа и каждым атомом кристалла [5]. Используется, как правило, межатомный, а не межмолекулярный потенциал, так что рассматривается только взаимодействие атомов или одноатомных молекул газа с атомами поверхности кристалла. Взаимодействие многоатомных молекул газа с поверхностью трактуется в теории рассеяния либо точно также, как для атома газа (т.е. внутренние степени свободы игнорируются), либо как суперпозиция взаимодействий с поверхностью атомов, составляющих молекулу.

Наиболее простой является модель, основанная на представлении о том, что потенциал взаимодействия газ—поверхность является “плоским”, т. е. атом газа ведет себя так, как будто поверхность кристалла представляет собой плоскую поверхность континуума. При этом выражение для потенциала взаимодействия может быть записано в виде интеграла, который иногда берется аналитически (континуальная модель взаимодействия).

Следующим шагом за континуальной моделью является решеточная теория, согласно которой реальный кристалл заменяется “моделью решетки”, а взаимодействие атомов кристалла описывается некоторым законом межатомного взаимодействия в решетке. Решеточная теория опирается на весьма упрощенные модели решетки и межатомных сил, так как общие модели с произвольным взаимодействием не поддаются исследованию. При этом допускается, что роль элементов, выброшенных из модели, несущественна в физических процессах. Кроме того, модель должна обладать минимальным числом параметров.

Несмотря на ряд допущений, решеточные модели (и даже линейная цепочка) относительно сложны, а переход к более реальным моделям довольно труден. Поэтому предпринимались и пред-

принимаются попытки создания математически более простых моделей.

Существующие сегодня экспериментальные методы исследования поверхности можно разделить на три класса. К первому относятся электрические и оптические измерения, используемые при исследовании полупроводников. Эти измерения позволяют получать детальную информацию о поверхностных локальных уровнях, расположенных вблизи уровня Ферми твердого тела.

Второй класс включает в себя спектроскопические методы исследования, при которых поверхность объекта бомбардируется частицами и (или) испускает их. Исследование этих частиц или созданных ими фотонов дает информацию о поверхностных состояниях в широкой области энергий. Но достигаемое при этом разрешение недостаточно для получения данных об электрических или химических связях молекул адсорбата с поверхностью твердых тел. Измерения такого рода выполняются главным образом на металлах, реже на полупроводниках, и совсем незначительное число результатов получено для диэлектриков.

Третий класс экспериментальных методов является главным источником информации о поверхностных состояниях на диэлектриках, а также частично на полупроводниках. К таким методам можно отнести ИК-спектроскопию, масс-спектрометрию, метод термодесорбции, электронный парамагнитный резонанс [3].

Все перечисленные выше методы находят применение в минералогии. Любой минерал можно рассматривать либо как проводник, полупроводник или диэлектрик, либо как более сложный агрегат.

Среди многочисленных методов исследования поверхностной и приповерхностной областей частиц особый интерес вызывает метод, предложенный русским ученым А. Терениным в середине 20-го века. Метод основан на изучении фотоиндукционных процессов при взаимодействии молекул газовой фазы с поверхностью вещества. А. Теренин и его последователи в России стремились объединить зонную теорию с достижениями химии поверхности в области адсорбции и катализа. Авторы настоящей статьи пытаются использовать этот метод для исследования поверхности в системе газ—минерал [8].

Рассмотренные методы и подходы, изначально разработанные и примененные на проводниках, полупроводниках и диэлектриках, используются для изучения минералов. Многие задачи современной минералогии решаются исходя из связи поверхностных явлений с объемными свойствами образцов. В результате интеграции зонной теории с теорией адсорбции применительно к минералогии были выявлены два типа минералов по фотосорбционной активности к донорным и акцепторным газам. Это минералы с предполагаемым дефицитом поверхностных электронных центров (рутин, бадделеит, кассiterит, периклаз и др.) и минералы, для поверхности которых характерно наличие долгоживущих электронных центров, например цинкит [1]. Выявлены новые свойства минералов при модификации поверхности в процессе нарушения адсорбционно-десорбционного равновесия: адсорбоэлектрические, адсорбомагнитные, адсорбооптические, в том числе адсорболюминесцентные. В результате изучения поверхностных реакций взаимодействия молекул газовой фазы с тонкодисперсными минеральными системами были установлены принципы и предложены адсорбофизические методы сепарации тонкодисперсного минерального сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kotova O. Adsorbophysical characteristics of precious metals in comparison with other minerals // J. Minerals Engineering, 2004. Vol. 17(6). P. 833—837.
2. Kotova O. B. The role of surface physics in nanomineralogy // The 18th General Meeting of IMA: Abstracts. Edinburgh, Scotland, 2002. P. 100.
3. Борисов С. Ф. Межфазная граница газ — твердое тело: структура, модели, методы исследования. Екатеринбург, 2001.
4. Волькенштейн Ф. Ф. Электроны и кристаллы. М.: Наука, 1983.
5. Гудман Ф., Вахман Г. Динамика рассеяния газа поверхностью. М.: Мир, 1980.
6. Дункен Х., Лыгин В. Квантовая химия адсорбции на поверхности твердых тел. М.: Мир, 1980.
7. Зенгуил Э. Физика поверхности. М.: Мир, 1990.
8. Kotova O. B. Адсорбофизические методы обогащения тонкодисперсного минерального сырья. СПб.: Наука, 2001.
9. Morrison C. Химическая физика поверхности твердого тела. М.: Мир, 1980.
10. Roberts M., Macksa Ch. Химия поверхности раздела металлов — газ. М.: Мир, 1981.
11. Юшкин Н. П., Асхабов А. М., Котова О. Б. и др. Микро- и нанодисперсные структуры минерального вещества. Сыктывкар: Геопринт, 1999. 216 с.



*K. t. n.
И. О. Крылов
ВИМС, Москва*



*K. g.-m. n.
Е. А. Голубев
golubev@geo.komisc.ru*



*Ведущий электроник
В. Н. Филиппов*

РОЛЬ КРЕМНИСТОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ШУНГИТОВОЙ ПОРОДЫ В РЕГУЛИРОВАНИИ ПОРИСТОСТИ СТРУКТУРЫ ПРИ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ

Шунгитовый сорбент (ШС) для очистки сточных и ливневых вод от нефтепродуктов получают дроблением и классификацией шунгитовой породы (ШП) Зажогинского месторождения Карелии. Порода содержит в основном оксид кремния (около 30 %) и углерод (около 30 %).

Главной минеральной фазой ШП является низкотемпературный кварц. Шунгитовый углерод в породе находится в тесной ассоциации с кремнистым материалом. Принято считать, что сорбция нефтепродуктов из воды проходит прежде всего на поверхности углеродных частиц шунгитового сорбента. С целью изучения роли кремнистой составляющей в сорбционной активности проводилась термоокислительная обработка ШП для удаления из нее шунгитового углерода.

Термоокислительная обработка проводилась при температурах 410, 530

и 750 °C, соответствующих температурам структурных изменений дробленого шунгитового материала (температурам активации). В таблице приведены содержания основных компонентов по данным химического анализа и основные физико-химические характеристики. Используются следующие обозначения образцов шунгитовых сорбентов (ШС): первая цифра — температура термоокислительной обработки, вторая — время, третья — номер цикла сорбции-регенерация. Например, ШС 410-4-4 — шунгитовый сорбент, температура термоокислительной обработки 410 °C, время термообработки 4 часа, номер цикла — четвертый т. е. четыре сорбции и пятая регенерация.

Сорбция нефтепродуктов шунгитовыми сорбентами изучалась статическим методом в емкостной аппаратуре на модельных растворах, полученных путем смешивания бензиномасляной

смеси с водой, на специальном стенде в особых условиях [1]. Удельная поверхность измерялась методом БЭТ, а объем пор — методом ртутной порометрии.

С повышением температуры активации наблюдалось относительное увеличение содержания оксида кремния и соответственно снижение содержания углерода, связанное с его выгоранием. Сорбционная емкость шунгитовых сорбентов по нефтепродуктам неоднозначно зависит от температуры термоактивации, содержания оксида кремния и коррелируется с общим объемом пор. Удельная поверхность с повышением температуры возрастает, а при температуре термоактивации 750 °C снижается.

На рис. 1 приведены графики зависимости распределения объема пор от их радиусов. Обращает на себя внимание схожесть кривых распределения объема пор по радиусам у образца, обработанного при 750 °C, с образцом, обработанным при температуре 410 °C, содержание углерода и оксида кремния в котором почти не изменилось по сравнению с исходным, в отличие от образца ШС 750-2.

Можно предположить, что в данном случае макропористость сорбента развивается прежде всего вследствие структурных преобразований кремнистой основы. Возрастание макропористости структуры при термообработке связано с увеличением размеров блоков и агрегатов кремнистой составляющей. Тенденция роста кристаллов кварца с образованием более крупных кристаллов панидиоморфной формы и правильных кристаллографических очертаний была показана ранее [2]. В исходной породе объем транспортных макропор мал, в связи с чем внутренняя пористость в большей степени недоступна. При температуре активации 410 °C происходит выгорание органического углерода,

Образец	Состав, мас. %		Равновесная сорбционная емкость*, мг/г ⁻¹	Удельная поверхность, м ² /г	Общий объем пор, мм ³ /г
	C	SiO ₂			
ШС исх.	31.00	54.50	28	9	25
ШС 410-4	28.10	59.10	70	28	289
ШС 530-1	21.80	64.81	38	29	175
ШС 750-2	9.12	77.35	78	9	300

Примечание. * При равновесной концентрации 12 мг/дм³

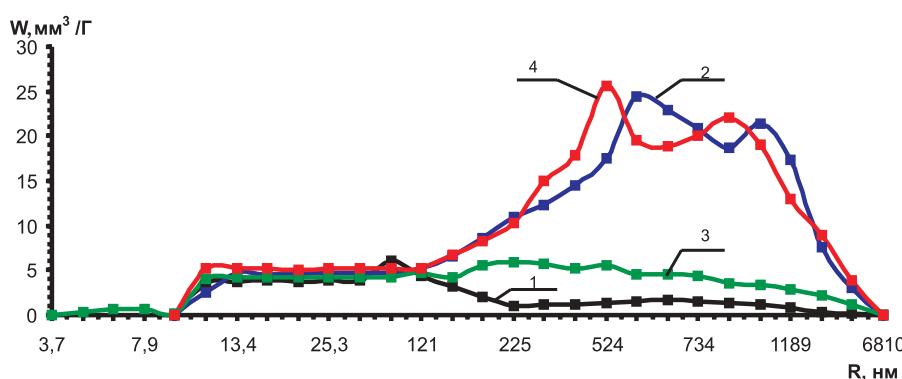


Рис. 1. Распределение пор по радиусам: 1 — в ШС исходном; 2 — в ШС 410-4; 3 — в ШС 530-1; 4 — в ШС 750-2



препятствующего доступу к закрытой внутренней пористой структуре, чем и объясняется резкое увеличение объема макропор. С повышением температуры идет интенсивный рост кристаллов кварца, не обладающих пористой структурой и занимающих объем образовавшихся макропор. При высоких (предположительно более 600 °С) температурах микрокристаллы кварца начинают срастаться и, упорядочиваясь, уплотняться, чем и объясняется повторное увеличение макропор.

Микрокристаллы вследствие взаимной диффузии в местах стыков спекаются, а затем при самодиффузии уплотняются. Это сопровождается снижением дефектности кристаллической решетки. Объем, занимаемый кремнистым веществом, уменьшается, а поры между образовавшимися укрупненными кристаллами кварца увеличиваются (рис. 2).

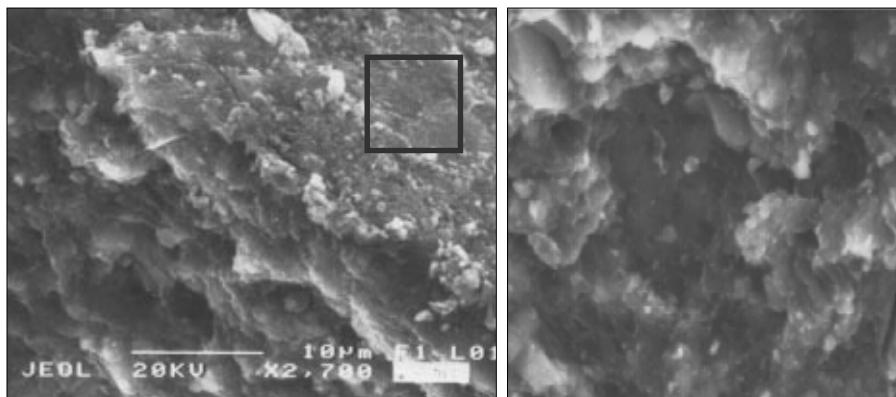


Рис. 2. Поверхность ШС (а) и ее увеличенный участок (б), выделенный квадратом

На фотографиях показаны скол зерна (а) и участок его поверхности (б) с порой диаметром около 5 мкм. Справа от нее видна образовавшаяся в результате термоокислительной обработки пора, ранее замкнутая, не сообщавшаяся с поровым пространством. Отчетливо видны устье (или горло) и правильное сечение цилиндрической поры размером около 1 мкм.

На рис. 3 приведены изотермы сорбции нефтепродуктов из модельного водного раствора в статических условиях.

Самой высокой сорбционной емкостью при концентрациях С более 0.3 мг·дм⁻³ обладает ШС 750-2 с наибольшим содержанием оксида кремния и объемом макропор. Но мезо- и макропористая структуры образуются оксидокремнистой составляющей. Следовательно, сорбционная емкость шунгитовых сорбентов при термообработке в диапазоне средних и высоких концентраций определяется пористостью пере-

кристаллизованной оксидокремнистой составляющей.

При цикловой работе сорбция-регенерация термоокислительная регенерация после цикла сорбции повторяется многократно. Содержание оксида кремния в ШС 410-4 после четырех циклов составляет 56 %, в ШС 530-1 — 77 % а в ШС 750-2 после двух циклов — 78 %. То есть при многократной цикловой работе сорбции-регенерации нефтепродуктов из водных растворов содержание оксида кремния и углерода в образце ШС 410-4-4 практически не меняется, а в ШС 530-1-4 и ШС 750-2-2 содержание оксида кремния существенно возрастает при соответствующем снижении содержания углерода. На сорбционной активности эти изменения не отражаются или показывают ее небольшое возрастание.

На рис. 4 изображены кривые сорбции нефтепродуктов в слоях сорбентов ШС 410-4 и ШС 530-1 при четырехциклической работе сорбция-регенерация. На оси ординат показано количество извлеченных из воды нефтепродуктов (C/C_0 , т. е. отношение концентраций нефтепродуктов за и перед слоем сорбента).

Прослеживается тенденция сохранения динамической активности как у шунгитового сорбента с практически неизменным содержанием оксида кремния (ШС 410-4), так и с его повышением у ШС 530-1 от 64 до 77 %. Например, динамическая активность у ШС 530-1 в третьем цикле сорбция-регенерация по величине извлечения практически совпадает, а содержание оксида кремния возрастает с 64 до 74 %. Таким образом, собственно содержание оксида кремния не играет роли в сорбционной активности шунгитовых сорбентов.

Распределения радиусов пор у шунгитовых сорбентов после цикловой работы показаны на рис. 5. Из графиков следует, что макропористость структуры у ШС 530-1-4 и ШС 750-2-2 остается практически неизменной, а у ШС 410-4-4 она резко снижается. Уменьшение объема макропор у ШС 410-4-4 может быть объяснено их заполнением при термообработке вторичным углеродом, образовавшимся в результате термодеструкции сорбированных на поверхности макропор нефтепродуктов, что ве-

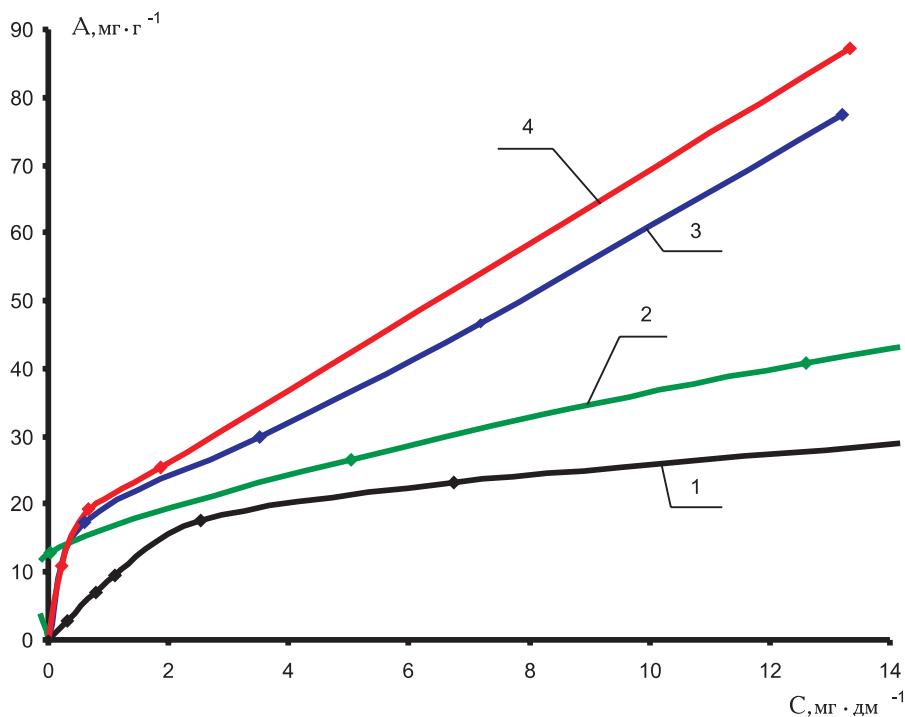


Рис. 3. Изотермы сорбции нефтепродуктов из модельного водного раствора:
1 — ШС исх.; 2 — ШС 530-1; 3 — ШС 410-4; 4 — ШС 750-2

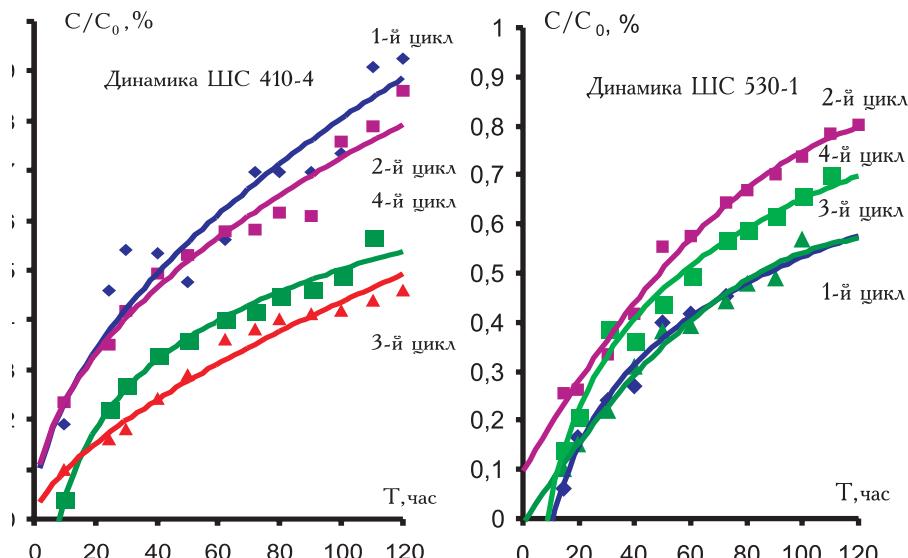


Рис. 4. Динамические изотермы сорбции нефтепродуктов из водного раствора шунгитовыми сорбентами с различным содержанием оксида кремния при цикловой работе: 1 — ШС 410 с содержанием SiO_2 54—59 % (от первого к четвертому циклу соответственно); 2 — ШС 530 с содержанием SiO_2 64—77 %

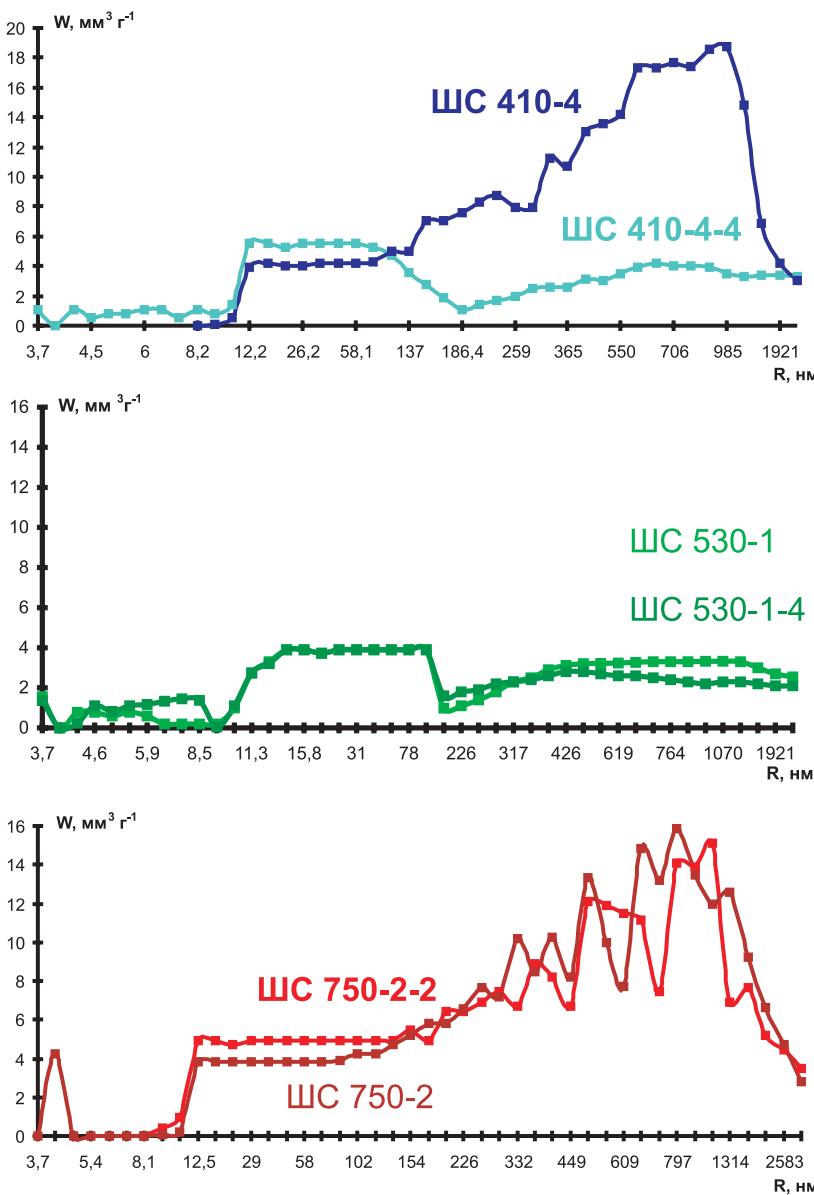


Рис. 5. Распределение объема пор по радиусам у шунгитовых сорбентов после четырехциклической работы сорбция-регенерация

дет к некоторому увеличению сорбционной активности. Отсутствие этого явления у образцов, обработанных при более высоких температурах, связано с выгоранием вторичного углерода при температурах более 450 °C, т. е. при температуре начала реакции окисления углерода. Но это практически не влияет на сорбционную активность ШС при цикловой работе. Таким образом, роль оксидокремнистой составляющей шунгитовых сорбентов заключается в способности к образованию макропористой структуры и обеспечении эффективного доступа сорбируемых нефтепродуктов к поверхности внутренней пористой структуры.

Рассмотренные выше результаты термоокислительной обработки шунгитовой породы позволяют сделать следующие выводы:

- термоокислительная активация приводит к изменению поровой структуры шунгитовых сорбентов; в частности, оксидокремнистая составляющая видоизменяется, приобретая более упорядоченную (в плане уменьшения величины разброса пор по размерам) поровую структуру;
- макропористость развивается прежде всего вследствие структурных преобразований кремнистой основы, а возрастание макропористости структуры при термообработке связано с увеличением блоков и агрегатов кремнистой составляющей;
- сорбционная емкость шунгитовых сорбентов при термообработке в диапазоне средних и высоких концентраций коррелируется с макропористостью перекристаллизованной оксидокремнистой составляющей;
- относительное содержание оксида кремния не играет существенной роли в сорбционной активности шунгитовых сорбентов;
- структурные изменения оксидокремнистой составляющей при термоокислительной обработке шунгитовых сорбентов приводят к доступности внутренней пористой структуры и увеличению общего объема пор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крылов И. О. Дисс. канд. техн. наук, ИПОН РАН, Москва, 2003.
2. Крылов И. О., Дубинчук В. Т., Ожогина Е. Г. Микроструктурные особенности шунгитовых сорбентов // Углерод: минералогия, геохимия и космохимия: Материалы международной конференции. Сыктывкар: Геопринт, 2003. С. 287—288.



ОБЩИЕ ФАКТОРЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КОМИ И НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

К. г.-м. н.

Е. П. Калинин

minraw@geo.komisc.ru

Введение

В последнее время средства массовой информации широко обсуждают различные варианты укрупнения субъектов Российской Федерации. Глава РК В. А. Торлопов на пресс-конференции в информационном агентстве ИТАР-ТАСС также поддержал идею укрупнения субъектов Российской Федерации с целью более оперативного управления ими из центра по принципу экономической целесообразности. И в качестве возможного примера объединения привел Республику Коми и Ненецкий автономный округ ("Красное Знамя", 21 и 26 мая 2004 г.). Лидер Республиканского отделения партии "Единая Россия" А. Каракчев по этому вопросу отметил, что "... еще 10 лет назад прежнее правительство РК не просто выработало такую идею, но и приступило к ее реализации. Была создана единая программа освоения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, которая объединяет Ненецкий округ и Республику Коми; была спроектирована дорога, соединяющая республику и округ; рассматривались совместные проекты по лесопилению, по строительству нефтяных терминалов..." ("Красное Знамя", 26 мая 2004 г.).

Рассмотрим геолого-экономические предпосылки, исходя из современного состояния этих двух субъектов РФ (РК и НАО), способствующие объединению их усилий для наиболее плодотворного развития производительных сил.

Ненецкий автономный округ (НАО) в территориальном аспекте является естественным продолжением физико-географической зональности, начинающейся в Республике Коми (РК). Это зона лесов, затем — лесотундра, тундра и Северный Ледовитый океан. Отсюда и традиционность первых промыслов — охота, рыболов-

ство, оленеводство, заготовка и переработка лесных богатств (грибов, ягод, лекарственных растений и др.), позднее — лесная промышленность (в РК).

В период интенсивных геолого-разведочных работ, проводимых главным образом геологами и геофизиками РК, на территории тогдашнего Ненецкого национального округа и севера Коми АССР была создана самая северная в европейской части страны база нефте- и газодобывающей промышленности. Естественным координирующим центром стал город Усинск. Тем самым геологи Европейского Севера внесли весомый вклад в формирование Тимано-Печорского территориально производственного комплекса (ТП ТПК), создание которого отмечено в материалах XXV съезда КПСС (1976 г.). При этом следует упомянуть, что, несмотря на трехлетнюю дискуссию о границах Тимано-Печорского ТПК, было решено формировать его в пределах Коми АССР и НАО [4]. На схеме ТП ТПК было выделено восемь промышленных районов [5]: 1 — Ухто-Печорский; 2 — Верхнепечорский; 3 — Печоро-Усинский; 4 — Воркуто-Интинский; 5 — Ижмо-Печорский; 6 — Ненецкий; 7 — Сыктывкарский; 8 — Южный [5]. Ученые Коми филиала АН СССР (Д. А. Коновалов, В. Н. Лаженцев, В. П. Подоплелов) определяли специализацию ТП ТПК в 80-е гг. в виде четырех производственных межотраслевых сочетаний: лесопромышленного, угольного, нефтегазового и в ближайшей перспективе — химико-металлургического. Пространственные контуры главных промышленных центров Коми АССР и Ненецкого автономного округа должны были быть прямо или косвенно связаны между собой. Значительные перспективы развития ТПК связывались также с целесообразностью освоения дефицитных и уникальных ресурсов минерального сырья севера Урала и Тимана,

на, а также месторождений горючих сланцев. Особо сильное влияние на состав и границы Тимано-Печорского ТПК в перспективе могли бы оказать межрайонные энергетические связи, создание которых должно было определять экономическую эффективность строительства крупных тепловых станций на юге Коми на базе топливных ресурсов ее центральных, северных районов и НАО [6].

Фактором, объединяющим оба региона, является *ресурсный потенциал углеводородного сырья*, в первую очередь — нефти и газа, тем более что все месторождения принадлежат к единой Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (общее геолого-экономическое пространство). Разведанные запасы нефти и газа выражаются весьма внушительными показателями. На четырех крупнейших месторождениях НАО и пяти месторождениях РК сконцентрировано 57 % запасов нефти кат. A+B+C₁ и 91.1 % добычи. На пяти крупнейших месторождениях газа НАО и одном в РК сосредоточено 80.3 % запасов газа кат. A+B+C₁. Степень разведанности начальных потенциальных ресурсов (НПР) в НАО составляет 42 % и текущих потенциальных ресурсов — 42.6 %. А в РК соответственно 56.7 и 45 %. По газу в НАО разведанные запасы от начальных потенциальных ресурсов составляют 34.5 и от текущих — 34.4 %, в РК соответственно 24.8 и 10 %. Степень разведанности Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции равна 40 %, для НАО она оценивается величиной 35 %, для РК — 46 % [6]. Сложившаяся ситуация (по разведенности) требует в обоих случаях (и для НАО, и для РК) принципиального увеличения объема геолого-разведочных работ в процессе промышленного освоения нефтегазовых ресурсов, новых подходов к оценке их эффективности и финансированию. Подго-



твленные запасы углеводородного сырья в РК позволяют поддерживать объем добычи нефти на уровне 12—13 млн т при снижении добычи газа. Рост добычи газа в Тимано-Печорской провинции будет обеспечиваться за счет вовлечения в эксплуатацию нарьян-марской группы месторождений в НАО. Резервом прироста добычи нефти и газа является также наличие значительного объема (40 %) бездействующих скважин. То есть во всех этих случаях РК и НАО выступают как единое экономическое пространство.

Печорский угольный бассейн — еще один пример общей заинтересованности РК и НАО во взаимной поддержке. Он в целом характеризуется, как ни странно, слабой степенью освоения запасов промышленностью, хотя в 2004 г. отмечается уже 80 лет с момента его открытия благодаря в первую очередь работам проф. А. А. Чернова и его последователей [3]. В настоящее время в Печорском бассейне известно около тридцати месторождений угля и углепроявлений, из них балансом запасов учтено одиннадцать. Промышленностью освоено пять месторождений: Воркутское, Воргашорское, Хальмерьюское, Юнъянгинское и Интинское. По состоянию на 01.01.2001 г. в бассейне разрабатывается и подготовлено для промышленного освоения 4485.1 млн т балансовых запасов кат. А+В+С₁, что составляет 54.4 % от балансовых запасов этих категорий в целом по бассейну. На действующих шахтах находится 1329.3 млн т, или 17.2 %, на законсервированных шахтах — 551.1 млн т, или 6.7 %. На резервных участках подгруппы “а” числятся 2515.8 млн т или 30.5 %. Остальные запасы категорий А+В+С₁ в количестве 3761.9 млн т (45.6 %) находятся на разведываемых, перспективных для разведки и прочих участках. Подготовленные резервы по углам составляют 25 млн т годовой добычи угля. Будущее Печорского бассейна связано с освоением Воргашорского (НАО), Усинского и Сейдинского (РК) месторождений, на которых сосредоточены основные балансовые запасы угля, в том числе на Усинском — 45 % запасов коксующихся углей и около 65 % запасов энергетических углей на Воргашорском и Сейдинском месторождениях. Самым рентабельным из них является Сейдинское

месторождение, наименее разведенное (7.4 %). При этом часть запасов этого месторождения может разрабатываться открытым способом. Это позволяет считать Сейдинское месторождение экономически наиболее благоприятным для создания базы по добыче энергетических углей. Для развития базы по добыче коксующихся углей лучшие условия имеет Усинское месторождение. Так, например, на поле шахты № 1 Усинского месторождения сосредоточено 620 млн т запасов с возможной добычей угля марки “Ж” до 6 млн т в год.

В Ненецком автономном округе кондиционные прогнозные ресурсы углей равны 98.1 млрд т, что составляет 55.8 % кондиционных ресурсов всего Печорского бассейна. Месторождения коксующихся углей НАО расположены на юго-западном склоне Пай-Хоя. По простирации с ЮВ на СЗ расположены Силовское, Нямдинское, Хейягинское, Янгарейское и Талотинское месторождения. К сожалению, степень разведенности месторождений низкая. В то же время угли месторождений относятся к весьма дефицитным маркам, используемым для производства металлургического кокса. Их освоение в настоящее время сдерживается удаленностью района и отсутствием транспортных коммуникаций [3].

Подготовка резервного фонда для угледобывающей отрасли — это длительный процесс, занимающий 20—25 лет и включающий проведение всех стадий геолого-разведочных работ и строительство предприятий по добыче. К этому времени шахты Воркутского месторождения практически отработают свои запасы коксующихся углей. Поэтому ресурсы углей юго-западного склона Пай-Хоя (НАО) следует рассматривать как основной резерв для проектирования и строительства в Печорском бассейне новых горнодобывающих предприятий [3]. Непосредственный выход угольных пластов на поверхность, небольшая мощность покровных отложений, наличие углей дефицитных марок — все это позволяет прогнозировать отработку мощных угольных пластов углерезами (открытым способом), что является наиболее экономичным в современных условиях. Таким образом, как в нефтегазовой, так и в угольной отрасли наблюдается взаимозависимость

обоих субъектов РФ (РК и НАО), что требует единого методического подхода к наиболее рациональному и рачительному вовлечению в хозяйственный механизм РФ топливно-энергетических ресурсов региона.

Весьма важным и определяющим фактором после ресурсного является **рыночно-транспортный фактор эффективности** топливно-энергетического комплекса европейского Северо-Востока России [6]. Благодаря строительству новой ж/д магистрали Архангельск—Сыктывкар—Пермь (“Белкомур”) значительно сократится железнодорожный путь в Уральский регион от месторождений Печорского бассейна. Введение в эксплуатацию “Белкомура” будет способствовать увеличению поставок печенских коксующихся углей на экспорт через новые пункты морской отгрузки (Архангельск). Как было сказано выше, с выработкой угольных месторождений РК наступит черед угольных месторождений НАО, т. е. эта транспортная ситуация в равной степени значима для обоих регионов.

Еще более актуален оптимальный срок реализации вариантов транспортировки нефти Тимано-Печорской провинции, также единой для РК и НАО: по Балтийской трубопроводной системе (сухопутной) и через “Северные ворота” (морской). При этом с точки зрения экономической безопасности России приоритет для месторождений на суше должен быть отдан первому варианту и только с масштабным развертыванием добычи нефти на морском шельфе следует реализовывать вариант “Северные ворота”.

И, наконец, наличие вблизи РК дефицитных по производству электроэнергии районов, таких, как тот же НАО (на севере) и Вологодская и Кировская области (на юге), должно определять в перспективе возможность развития в РК товарной электроэнергетики [6].

Кроме ресурсов углей недра Воркутского района содержат богатый комплекс рудных и нерудных полезных ископаемых, подземных пресных и минеральных вод. Здесь известны требующие доразведки месторождения и проявления меди, золота, баритов, каолинитов, фосфоритов, сырья для производства извести, цемента, базальтов для каменного литья, широко-



го спектра изоляционных материалов, мраморов, поделочных камней.

На прилегающих к Воркутскому району территориях НАО (с севера) и Тюменской области (с востока) также имеются месторождения и проявления хромитов, полиметаллов, медно-никелевых руд, флюоритов (знаменитая Амдерма), технических алмазов (Карская астроблема), разнообразных поделочных камней, яшм, мраморов, строительных материалов и др. [2].

Несомненно, что освоение уже установленных месторождений и доразведку потенциально перспективных проявлений рудного и нерудного минерального сырья целесообразно проводить, опираясь на промышленный и социальный потенциалы Воркутского геолого-промышленного района [1].



Хондриты в настоящее время представляют собой наиболее распространенный класс метеоритов Солнечной системы и количественно преобладают среди падений. Их изучение представляет наибольший интерес, так как метеориты этой группы образовались во время или непосредственно после конденсации допланетного облака, тогда как другие формировались в процессе более поздней дифференциации их родительских тел.

Главным признаком хондритов является необычная для земных пород текстура. Она характеризуется наличием хондр (гр. chondros — зерно), составляющих до 50 % вещества метеорита. Поверхность скола хондриита обычно имеет крупнозернистое строение.

Хондриты сильно отличаются по своей структуре — от хондритов с четко выраженной хондрической текстурой до хондритов с реликтовой хондрической текстурой. Первые были названы неперекристаллизованными, а вто-

Заключение

С учетом всего вышесказанного и для наиболее рационального решения современных проблем топливно-энергетического комплекса европейского Северо-Востока России, являющегося существенной составной частью ТЭКа всей РФ, необходимы единый проект, единый хозяйственный подход к освоению столь территориально близких природных ресурсов РК и НАО. Из этого логически вытекает необходимость слияния этих регионов в единый субъект РФ. Однако это уже вопрос политический, и его решение зависит как от волеизъявления народа, так и от позиции руководства страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воркутский угленосный геологопромышленный район: структура запасов и направление комплексного освоения /

- Отв. ред. В. А. Дедеев, Ю. В. Степанов. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1994. 272 с. 2. Данилов М. А. Богатства северных недр. Архангельск, 1977. 120 с. 3. Елисеев А. И., Калинин Е. П., Куклев В. П. Печорский угольный бассейн: история, состояние, перспективы (к 80-летию открытия) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы европейского северо-востока России: Материалы XIV Геологического съезда РК. Т. I. Сыктывкар: Геопринт, 2004. С. 44—48. 4. Калинин Е. П. Тимано-Печорский территориально-производственный комплекс на современном этапе // Там же. Т. IV. С. 192—193. 5. Коцурин Н. Н. Тимано-Печорский комплекс. Проблемы строительства // Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1978. 168 с. 6. Топливно-энергетический комплекс Европейского Северо-Востока: методы исследования, эффективность, направление развития. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2002. 324 с.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХОНДРИТОВ

К. г.-м. н.
Г. Н. Лысюк
crys@geo.komisc.ru

Студентка СыктГУ
С. Н. Теплякова

ные — перекристаллизованными хондритами. Между этими крайними членами существует постепенный переход, причем исчезновение хондрической текстуры сопровождается рядом изменений, положенных в основу определения петрологических типов хондритов, которые являются общими для всех других закономерных минеральных и химических изменений.

Существует ряд классификаций этого класса метеоритов. В классификации хондритов Ван Шмуса и Дж. Вуда они делятся по составу на пять химических групп, которым соответствуют пять классов в классификациях Г. Прайора и Б. Мэйсона: E — энстатитовые; H (высокожелезистые) — оливин-бронзитовые; L (низкожелезистые) — оливин-ги-

перстеновые; LL (очень низкожелезистые) — оливин-пижонитовые; C — углистые (см. таблицу). Метеориты групп H, L и LL называются обычными хондритами [1].

Объектами наших исследований были четыре хондриита, обнаруженные в разных концах света: Allende (Мексика), Masy (США), Dhofar 224 (Оман), Shisr 010 (Оман). Метеориты, относящиеся к классу обычных хондритов (Masy — L₆, Dhofar 224 — H₄, Shisr 010 — L₆), по нашим данным, состоят из оливина, пироксена и в подчиненном количестве альбита. Матрица этих метеоритов оливин-пироксеновая перекристаллизованная (рис. 1). Оливин в породе занимает около 45 %, размер его зерен 0.03—0.5 мм. Зерна оливина

имеют идиоморфную и иногда округлую форму.

Пироксен (около 50 %), представлен идиоморфными зернами размерами 0.05—0.5 мм с хорошей спайностью, иногда встречаются

Определитель химической группы хондритов (по Э. В. Соботовичу)

Группа	Fe/SiO ₂	Fe ⁰ /Fe	Fe	SiO ₂ /MgO
E	0.77±0.30	0.80±0.010	0	1.90±0.15
C	0.77±0.07	—	—	1.42±0.05
H	0.77±0.07	0.63±0.07	18±2	1.55±0.05
L	0.55±0.05	0.33±0.07	24±2	1.59±0.05
LL	0.49±0.03	0.08±0.07	29±2	1.58±0.05



тонкие игольчатые кристаллы, расположенные веером, с волнистым погасанием. Пироксен характеризуется прямым и волнистым погасанием, низкой интерференционной окраской: от светло-серого до темно-серого цвета ($n_g - n_p = 0.005$).

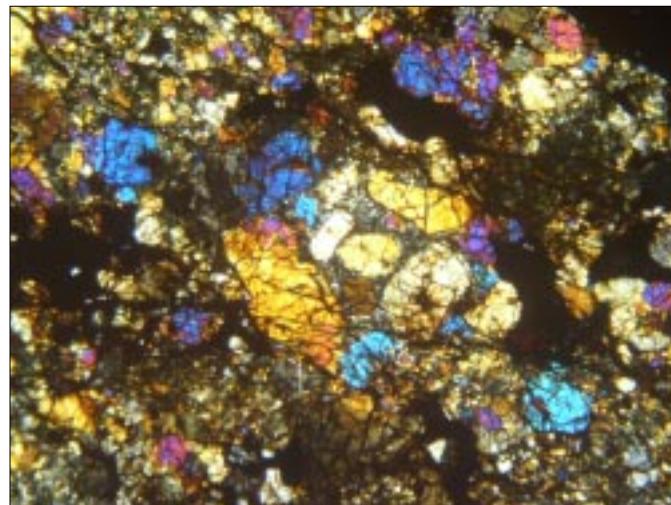


Рис. 1. Перекристаллизованная оливин-пироксеновая матрица метеорита Shisr 010 (с анализатором, ширина поля 2 мм)

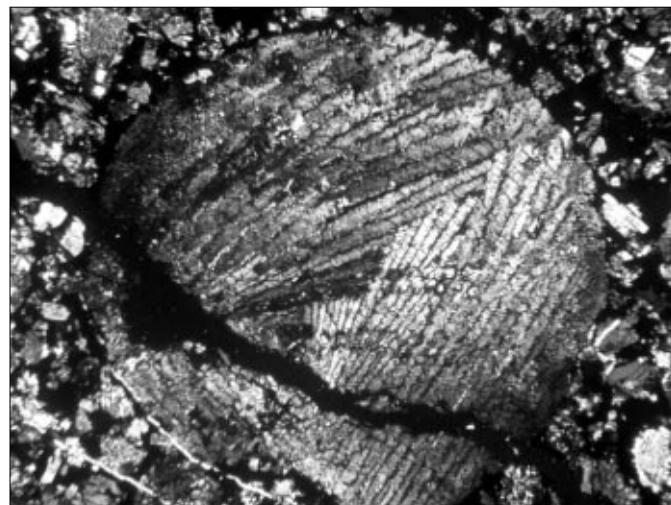


Рис. 2. Эксцентрически-лучистая пироксеновая хондра в метеорите Dhofar 224 (с анализатором, ширина поля 3.5 мм)

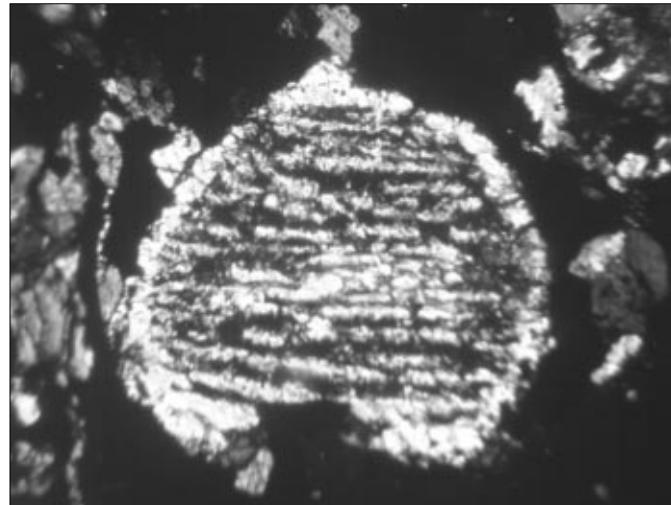


Рис. 3. Колосниковая хондра в метеорите Dhofar 224 (с анализатором, ширина поля 1 мм)

Наблюдаются симплектитовое срастание зерен пироксена и оливинса.

В метеорите Dhofar 224 матрица не перекристаллизована и сложена мелко-зернистыми агрегатами оливина и пироксена. Хондры размером 0.25—3.0 мм занимают около 40 % объема породы и выражены достаточно хорошо. В хондрите наблюдаются различные типы хондр: эксцентрически-лучистые пироксеновые (рис. 2), колосниковые оливиновые (рис. 3), микропорфировые оливин-пироксеновые.

В метеорите Dhofar 224 встречаются хондры причудливых форм — сложно-колосниковые хондры необычной конфигурации, состоящие из ламмелей оливина, каждая из которых имеет свою оптическую ориентировку (рис. 4). В перекристаллизованных хондритах (Masy и Shisr 010) наблюдаются лишь реликты хондр, и встречаются они крайне редко, обычно это колосниковые и эксцентрически-лучистые образования (рис. 5).

Во всех образцах обнаружено незначительное количество рудной фазы, состоящей из хромита, троилита, камасита, тэнита. В каменных метеоритах-находках присутствует значительное количество рудного сильно окисленного компонента, что является следствием выветривания метеоритов во время на-

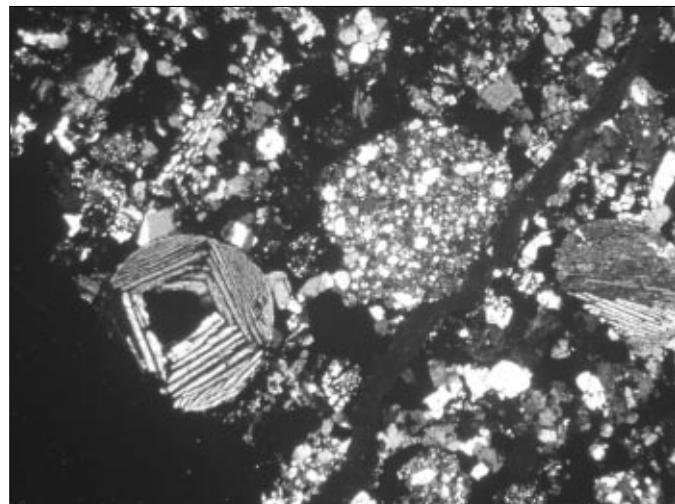


Рис. 4. Сложно-колосниковая и микропорфировая хондры (без анализатора, ширина поля 3.5 мм)

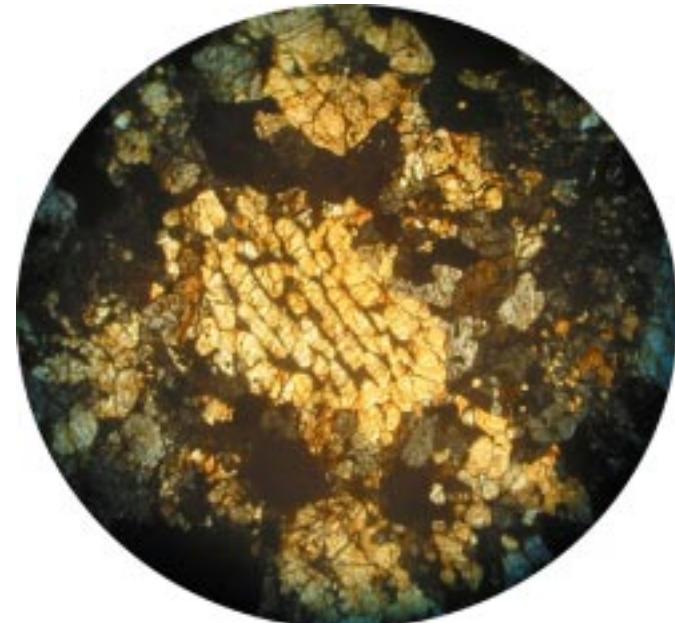


Рис. 5. Реликт колосниковой хондры в метеорите Masy (с анализатором, ширина поля 2мм)



хождения их на Земле. В метеорите Shisr 010 помимо металлических зерен обнаружено зерно с элементами группы лантаноидов: лантаном, церием, празеодимом.

История падения метеорита Allende подробно описана в литературе [2]. Этот углистый хондрит класса CV3 упал возле города Парраль на севере Мексики 8 февраля 1969 г. Было собрано 2 т обломков метеорита Allende, позже был определен их возраст, равный 4.56 млрд лет. На настоящее время они оказались самыми древними обломками породы: ее образование, вероятно, совпадает со временем образования Солнечной системы. Содержание органического углерода в образцах метеорита достигает 0.3 вес. %, и наличие такого значительного количества углерода вряд ли можно объяснить загрязнением земным веществом, поскольку произошло оно всего за четыре дня и затронуло весь метеорит полностью. Более того, практически весь органический углерод в

метеорите Allende находится в виде прокаленного нерастворимого материала, полимероподобных ароматических колец, напоминающих кероген или битуминозный уголь с небольшими содержаниями летучих и растворимых органических веществ (относительные атомные соотношения примерно соответствуют C_8H_4O). Изучение метеорита Allende показало, что углерод содержится в нем в целом ряде форм, на каждую из которых в биологическом мире Земли в плане размера, формы и образования группы имеется "двойник" размерами на уровне 20—50 и 80—150 нм. Такие же диапазоны размеров характерны и для земных нанобактерий. Помимо этих "nanoформ" наблюдалось несколько индивидов в форме сосиски или боба размером выше 500 нм, т. е. таким же, как у обычных земных бактерий. Источник органического углерода в таких метеоритах является предметом споров: либо это были живые микрорганизмы, либо он образовался не биологическим способом, либо его присутствие объясняется современной контаминацией [3].

Нами был изучен фрагмент метеорита Allende по петрографическим шлифам. При исследовании образца выявлено, что темно-серая практически непрозрачная матрица сложена мелкозернистыми агрегатами оливина. В отраженном свете видно, что все поле шлифа усеяно вкрапленниками зерен рудного минерала желтого цвета с металлическим блеском — возможно, троилита.

Образец имеет хорошо выраженную хондритовую текстуру. Порода разбита системой незакономерно ветвящихся трещин. Хондры занимают около 50 % объема породы, их размеры варьируют от 0.1 до 1.5 мм. В разрезе они имеют шаровидную или эллипсовидную форму. Во многих хондрах около 20—30 % объема приходится на пустоты, которые в основном сосредоточены в центре (рис. 6).

Хондры имеют четкие границы, иногда приобретающие заливообразные очертания. Наиболее широко распространены микропорфировые хондры размером до 1.5 мм, сложенные оливином и пироксеном. Встре-

чаются микропорфировые хондры с зональным строением: более крупные зерна находятся в центре и уменьшаются от центра к краю. Возможно, более крупные зерна в центре это реликты, сформировавшиеся до образования хондры (рис. 6). Другие хондры сложены одним или несколькими крупными зернами оливина размером 0.1—0.3 мм с более четкими границами. Иногда встречаются хондры, имеющие ореол, плавно переходящий в матрицу. В таких хондрах наглядно виден процесс раскрытия матрицы с хондрами. Матрица и хондры сложены оливином и пироксеном. Размеры зерен варьируют от 0.01 до 0.5 мм. Оливин имеет высокий рельеф, низкие интерференционные окраски от желто-оранжевого до светло-желтых цветов ($ng-np = 0.016$). В матрице видны амебообразные участки непрозрачного темно-серого рентгеноморфного вещества, которое по оптическим характеристикам сходно с углеродистыми соединениями (рис. 7), и амебообразные вытянутые агрегаты, сложенные мелкозернистым оливином.

При исследовании образца под микроскопом были обнаружены пустоты в хондрах, которые занимают до 30 % объема хондры и могут свидетельствовать о том, что порода образовалась на небольших глубинах, иначе пустоты разрушились бы под действием литостатического давления. Выявлено также наличие углеродсодержащей фазы, являющейся предметом жарких споров ученых. В результате исследования метеорита рентгеноструктурным методом было установлено, что хондры и матрица сложены форстеритом и лишь в некоторых включениях преобладает в оливине фаялитовый компонент.

Исследование хондитовых метеоритов и сравнение их с земными породами приближают нас к пониманию процессов, происходивших после аккреции Земли. Обнаружение нами углеродсодержащих фаз в углистом метеорите заставляет задуматься о природе этого вещества и возникновении жизни на Земле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соботович Э. В., Семененко В. П. Вещество метеоритов. Киев: АН УССР, 1984. 189 с.
2. Folk R. L. 50—100 carbon balls in Allende meteorite morphologically identical to nannobacterial colonies on Earth / Lunar and Planet. Sci. Vol. 29. Abstr. Pap. 29, 1998. P. 1110.
3. Norton O. R. The Cambridge Encyclopedia of meteorites. Cambridge University Press, 2002.

Рис. 6. Микропорфировая хондра с пустотами в метеорите Allende (с анализатором, ширина поля 2 мм)

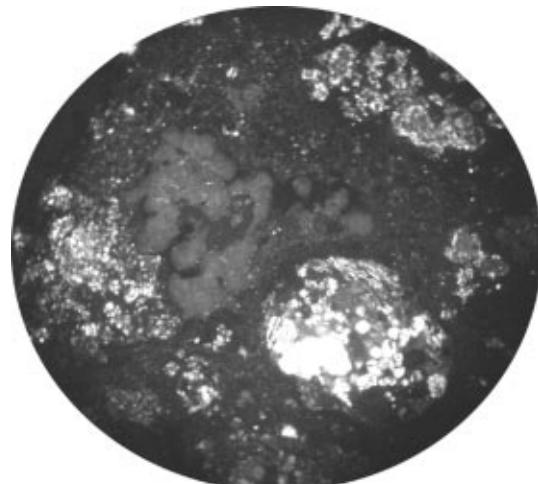


Рис. 7. Углеродистые соединения "амебообразной формы" в метеорите Allende (с анализатором, ширина поля 2 мм)



МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КРЕМНЕЗЕМА

Кремний — один из самых распространенных элементов Земли. Он составляет около 15 % веса всей нашей планеты, занимая третье место после железа и кислорода. В составе же земной коры он стоит на втором месте за кислородом, на его долю приходится 29.5 %. В природных системах кремний всегда находится в соединении с кислородом в виде кремнезема SiO_2 и его гидратированных форм — силикатов и алюмосиликатов металлов. Структурной основой всех природных соединений кремния являются кремнекислородные тетраэдры SiO_4 , образующие многообразные пространственные конструкции путем соединения через общие атомы кислорода на их вершинах. Если пересчитать кремниевый кларк на SiO_2 , то окажется, что почти на две трети (около 62 %) земная кора состоит из кремнезема. Входя в структуру подавляющего большинства минеральных видов, кремнезем по праву получил название короля неорганического мира, хотя в минералообразующих процессах он жестко управляемся кислородом — “геохимическим диктатором”, по меткому выражению В. И. Вернадского.

Кремнезем в литосфере отличается необычайным полиморфизмом, обра-

зую целый ряд минеральных видов и минералоидов. Однокомпонентная система SiO_2 состоит по крайней мере из восьми стабильных и метастабильных кристаллических фаз (минеральных видов): α -кварца (триг.), β -кварца (гекс.), α -кристобалита (тетраг.), β -кристобалита (куб.), α -тридимита (ромб.), β -тридимита (гекс.), коэсита (монокл.), стишовита (тетр.). Кроме того, получено около двух десятков искусственных кристаллических модификаций кремнезема (кватит, кремнезем W, кремнезем O и др.). Однокомпонентный кремнезем существует в литосфере в виде минералоидов с разной степенью структурной упорядоченности — стекол, гидратированный кремнезем — в виде природных полимеров (опала, силгидрата). Несмотря на то, что физико-химическое состояние системы SiO_2 в различных условиях изучается весьма интенсивно, все еще остается много неизведанного, особенно в отношении некристаллических фаз. То же можно сказать об эйдологии и таксономии природного кремнезема.

В числе минералов кремнезема самое почетное место, несомненно, занимает кварц, отличающийся широким распространением, уникальной поли-

генностью, эстетической привлекательностью, многими полезными свойствами, поразительным многообразием структурных, морфологических и физических разновидностей, своеобразными формами агрегации.

Кварц оставил яркий след в истории культуры, религии, техники, науки. С познанием и освоением его свойств связаны важнейшие революционные скачки технического прогресса, такие, как создание стекольного и абразивного производства, оптической промышленности, пьезоэлектрической техники, микрэлектроники, волоконной оптики, становление индустрии синтетических материалов, и многие другие.

В минералогии кварц с древнейших времен до нашей эпохи остается опорным объектом, на котором отрабатываются новые исследовательские подходы, современные методы, которые стимулируют появление важнейших открытий, формирование новых теорий и концепций. Кварц можно рассматривать как своего рода двигатель минералогического познания. Именно в результате его исследований сформировались основные понятия кристалломорфологии от закона постоянства углов до учения о реальном кристалле, разработаны представле-



ния об анатомии кристаллов, гранных скульптурах, о влиянии силы тяжести на рост и форму кристаллов, о дефектах структуры, включениях, открытые законы кристаллографической индукции, геометрического отбора, разработано учение о типоморфизме минералов, об онтогенезе минералов, решены ключевые проблемы кристалломеханики, двойникования, спектроскопии.

В современной минералогии исследования кварца сконцентрированы на формировании следующих концепций:

- кварц как минеральный вид (эйдология кварца и его разновидностей, конституция и свойства кварца, физическая и генетическая природа кварца);
- кварц как полезноескопаемое (полезные свойства, месторождения, технология области применения);
- кварц как индикатор условий минералообразования (типоморфизм, генетико-информационное значение, термобарометрия, геохронология);
- кварц как элемент минералогического картирования (в том числе структурного, геофизического и др.);

- кварц как поисковый индикатор;
- кварц как инструмент в решении геологических, технологических, экологических и иных задач;
- кварц как объект эстетического восприятия (кварц в искусстве, в музейных экспозициях, в геммологии и др.).

Кварц, другие минералы и минералоиды кремнезема относятся к наиболее популярным объектам минералогических исследований. Объем информации о них нарастает стремительно, раскрываются неизвестные ранее конstitutionные и генетические особенности, открываются новые полезные свойства, осваиваются новые типы кремнеземного минерального сырья. Это, однако, не уменьшает исследовательской привлекательности кремнезема, а наоборот, новые открытия ставят новые проблемы. Кроме того, не все направления кремнеземологии в должной степени удостоены вниманием исследователей.

К одному из таких малоизученных направлений относится биоминералогия кремнезема, хотя кремнеорганизмы су-

ществовали начиная с самых ранних этапов развития жизни, а в цикл функционирования современной жизни вовлечено более девяти миллиардов тонн кремния. В исследовании энантиоморфизма кварца может быть найден ключ к познанию тайны хирального отбора. Минералогия может прояснить возможность существования внеземной кремниевой формы жизни в определенных условиях. Хотя физиологическая роль кремния в жизни биоорганизмов, в том числе и человека, практически не исследована, эмпирически установлены патологические следствия недостатка или переизбытка кремния, токсичность одних соединений и лечебные свойства других. Минералы кремнезема, следовательно, должны стать полноправными объектами и медицинской минералогии.

Мир кремнезема многообразен и удивителен, он неисчерпаем для исследований, познание его обогащает не только минералогию, но и все естествознание, питает экономику и культуру.

Председатель оргкомитета
академик Н. Юшкин

ИТОГИ СЕМИНАРА

Международный семинар “Кварц. Кремнезем” состоялся 21—24 июня 2004 г. в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН в г. Сыктывкаре. Научная программа семинара включала шесть основных направлений:

- минералогия кремнезема;
- генезис, типоморфизм и индикаторное значение минералов кремнезема;
- месторождения кварца, ресурсы, оценка качества, технологии;
- экспериментальные и кристаллотехнологические исследования, синтез минералов кремнезема;
- биоминералогия кремнезема;
- минералы кремнезема в геммологии, истории, музейных экспозициях.

В работе семинара приняло участие 93 человека из 14 городов России и СНГ, в том числе из Москвы (ВИМС, МГУ, ЦНИТИ Техномаш, Институт микробиологии РАН и др.), Сыктывкара (Институт геологии, Институт химии, Институт языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН, Коми государственный педагогический институт, Министер-



Открытие семинара “Кварц • Кремнезем”

ство природных ресурсов), Ухты (Ухтинский государственный технический университет), Миасса (Институт минералогии УрО РАН), Екатеринбурга (Институт геологии и геохимии УрО РАН, Уральская горно-геологическая академия, Институт электрофизики УрО РАН), Казани (Казанский государственный университет, ЦНИИгеолнеруд), Апатит (Геологический институт Кольского НЦ РАН), Александрова (ВНИИСИМС), Петрозаводска (Институт геологии Карельского НЦ РАН), Челябинска (Челябинский государственный университет), Санкт-Петербурга (ВСЕГЕИ), Киева (Институт геохимии, минералогии и

рудообразования НАН Украины), Читы (Институт природных ресурсов), Перми (Горный институт УрО РАН).

На семинаре было заявлено 183 доклада 284 авторов. Издан сборник материалов объемом 43,5 печ. л. В течение трех рабочих дней 22—24 июня было заслушано 55 устных докладов, продемонстрировано 23 стеновых доклада.

Начался семинар с пленарных докладов Н. П. Юшкина и С. К. Кузнецова, П. П. Юхтанова (ИГ Коми НЦ), в которых был дан анализ современного состояния изученности кварца и других минералов кремнезема, определены достижения и актуальные проблемы дальнейших исследований. Было показано, что минералы кремнезема остаются важнейшими объектами минералогических исследований и имеют большое промышленное значение. В результате изучения кварца сформировались основные понятия кристалломорфологии, были разработаны представления об анатомии кристаллов, онтогенезе индивидов и агрегатов и др. Как отметил в своем докладе Н. П. Юшкин,

В статье использованы фотографии Д. Камашева



в современной минералогии исследования кварца и других минералов кремнезема сконцентрировались на формировании следующих концепций:

- кварц как минеральный вид;
- кварц как полезное ископаемое;
- кварц как индикатор условий минералообразования;
- кварц как элемент минералогического картирования;
- кварц как поисковый индикатор;
- кварц как инструмент в решении геологических, технологических, экологических и других задач;
- кварц как объект эстетического восприятия (кварц в искусстве, музейных экспозициях, геммологии и др.).

Общим вопросам минералогии кремнезема, особенностям реальной структуры кристаллических и аморфных веществ были посвящены доклады и материалы Н. Л. Смирновой, В. П. Лютоева, Е. В. Глаголева, М. Е. Раменской, И. И. Плюсниной, И. Е. Каменцева, Б. З. Белашова, Л. С. Скамницкой, Г. И. Крыловской, Д. В. Лобова, В. Г. Балакирева, И. Ю. Колюкина, В. Д. Щербакова, И. А. Шереметьева, Д. К. Возняка, Г. В. Чупро-



В. П. Лютоев (ИГ Коми НЦ УрО РАН)

ва и других участников семинара. В этом направлении за последние годы достигнут существенный прогресс в основном благодаря использованию современных методов электронной микроскопии, спектроскопии и др. В частности, получены новые данные об изоморфизме, строении, взаимоотношениях и поведении структурных дефектов. Так, Л. Т. Раков (ВИМС) разработал теорию спар-ринг-дефектов, объясняющую процессы накопления парамагнитных центров в кварце при радиационном облучении. В. П. Лютоевым (ИГ Коми НЦ) были рассмотрены особенности вхождения примесей алюминия в структуру кварца и других минералов кремнезема из гидротермальных жил, осадочных и метаморфических пород. На примере Кольской сверхглубокой скважины были установлены закономерности распределения



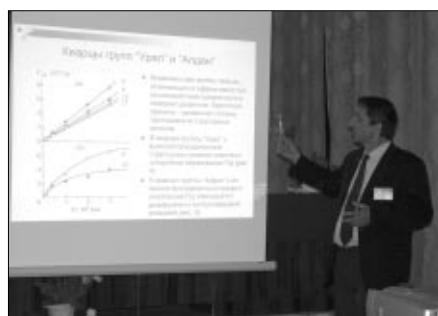
В зале заседаний

примесных парамагнитных центров, связанные с неоднородностью пород и глубиной их залегания. Л. С. Скамницкая и ее соавторы (ИГ Карельского НЦ) показали изменение качественных характеристик кварца под действием различных силовых полей. Б. А. Мальков (КГПИ) сообщил о барофильных модификациях кремнезема (коэсите, стишовите, постстишовитовых фазах), встречающихся в алмазах, импактитах, метеоритах. М. И. Самойлович (ЦНИТИ Техномаш) представил результаты синтеза и дал характеристику нанокомпозитов, состоящих из плотноупакованных наносфер кремнезема. Это новое и очень перспективное направление исследований.

Большое внимание на семинаре уделялось вопросам генезиса, типоморфизма и индикаторного значения ми-

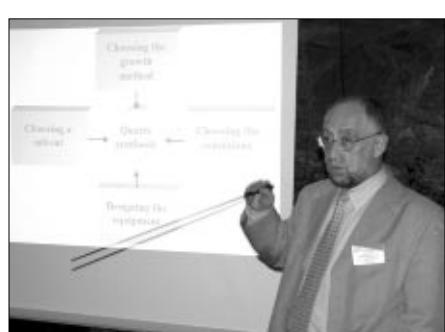
нутся ключевыми во многих геологических построениях. На основе результатов изучения кварца был выявлен целый ряд фундаментальных минералогетических закономерностей. В материалах семинара и докладах, представленных Н. А. Мамаевым, А. А. Кульчitsкой, Д. К. Возняком, В. И. Черкашиным, Л. В. Леоновой, В. Н. Быковым, Е. Н. Котовой, С. А. Репиной, А. Ю. Лысюком, В. Д. Щербаковым, Е. В. Глаголевым, В. И. Силаевым, Ю. В. Глуховым, С. В. Вяткиным, Н. Н. Рябинкиной, С. С. Потаповым, А. Б. Макеевым и другими авторами, изложены новые данные о конституции, свойствах, условиях формирования кварца, агатов, рассмотрены их типоморфные и индикаторные особенности, продемонстрированы возможности решения генетических задач. В. А. Петровский (ИГ Коми НЦ) и С. А. Трошев (КГПИ) на примере зональности кристаллов кварца показали важную роль процессов самоорганизации, проявляющихся в ходе минералообразования. Можно предполагать, что колебательные явления, связанные с самоорганизацией, весьма характерны и имеют очень большое минералогетическое значение.

Особо следует остановиться на такой проблеме, как типоморфизм и ру-



Л. Т. Раков (ВИМС)

нералов кремнезема. Как известно, формирование кварца и других минералов кремнезема связано с самыми разными геологическими процессами: магматическими, пегматитовыми, метаморфическими, гидротермальными, осадочными. По конституционным особенностям и свойствам кварца можно судить о таких параметрах минералообразования, как температура, пересыщение, щелочность и др. Это очень важно, поскольку вопросы генезиса явля-



А. М. Асхабов (ИГ Коми НЦ УрО РАН)



доносность жильного кварца, разрабатывающейся многими авторами. Так, Г. А. Юргенсон (Институт природных ресурсов СО РАН) сделал доклад по кварцу рудных месторождений, отметил его особенности, отражающие продуктивность и глубинность залегания жил. Т. И. Гетманская и Л. Т. Раков (ВИМС) ознакомили с данными о распределении примесей в кварце плутоногенных грейзеновых месторождений вольфрама. Они установили, что структурные элементы примеси, особенно германий, являются весьма информативными в отношении интенсивности рудоотложения, их изучение способствует оценке уровня эрозионного среза и прогнозу оруденения на глубину. Т. Н. Сирена (ВИМС) выявила связь германия в кварце с оловянным орудением. В материалах С. Г. Кряжева с соавторами (ЦНИГРИ) охарактеризованы типоморфные особенности жильного кварца золоторудных месторождений.

Большое внимание на семинаре уделялось кварцевым месторождениям, ресурсам, оценке качества и проблемам обогащения сырья. Это направление исследований остается одним из приоритетных. По объему промышленного потребления кварц и кварцевые породы занимают ведущее место среди различных видов минерального сырья. Особое значение имеет высококачественное кварцевое сырье, к которому относятся прозрачный жильный кварц, гранулированный жильный кварц, горный хрусталь, использующиеся для плавки стекла и синтеза монокристаллов, а также пьезооптический кварц. В докладе А. В. Турашевой (ВНИИСИМС), материалах Ю. А. Шатнова и И. С. Тигетовой (ВНИИСИМС) дан обзор состояния минерально-сырьевой базы высококачественного кварцевого сырья России. Отмечено, что основной задачей является установление особо чистых разностей кварца для получения стекла, пригодного для электроники, волоконной оптики. Такой кварц является дефицитным не только на внутреннем, но и на мировом рынке, поэтому необходимы проведение прогнозно-поисковых, ревизионных работ, поиск нетрадиционных кварцевых месторождений. Н. Г. Быдтаева (ВНИИСИМС), А. И. Белковский (Институт минералогии УрО РАН), В. В. Щипцов, Л. А. Данилевская (ИГ Карельского НЦ), Ю. А. Поленов (Уральская горно-геологическая академия), А. Г.

Кораблев, М. А. Игуменцева, В. Н. Быков (Институт минералогии УрО РАН), С. Н. Шанина, Е. Н. Котова, С. К. Кузнецова (ИГ Коми НЦ) и другие участники семинара представили новые данные по наиболее перспективным кварцево-жильно-хрусталеносным районам и месторождениям. Безусловно, получение особо чистых кварцевых концентратов невозможно без эффективных технологий обогащения. Это убедительно показано в докладе И. Ю. Клюкина (Институт электрофизики УрО РАН), материалах Н. Г. Шарова, Г. И. Крыловой, В. Н. Астафьева (ВНИИСИМС). Н. М. Серых и Л. А. Борисов (Центркварц) привели схему аналитико-технологического обеспечения работ на особо чистый кварц. Разработка новых технологий обогащения кварцевого сырья является актуальной задачей минералогов, физиков, химиков, технологов.



Л. А. Данилевская (ИГ Карельского НЦ)

При изучении закономерностей природного минералообразования, выявлении механизмов и факторов кристаллизации важную роль играют экспериментальные исследования и теоретические расчеты. Многие проблемы кристаллогенезиса выходят далеко за рамки собственно минералогических и относятся к физике, химии, синтезу искусственных материалов. Синтез кристаллов кварца ведется в промышленных масштабах на ряде предприятий. Большое значение имеют исследования по оптимизации условий выращивания кристаллов и повышению их качества. В последнее время, как уже отмечалось выше, возник интерес к получению упорядоченных опалоподобных структур.

На семинаре А. М. Асхабовым (ИГ Коми НЦ), В. А. Клиповым, Г. Джонсоном (Sawyer Research Products, Eastlake, Ohio, USA) были рассмотрены некоторые общие вопросы кристаллизации, в том числе кристаллизации кварца в гидротермальных условиях. Н. Н. Пискуно-

ва (ИГ Коми НЦ) продемонстрировала возможности применения атомно-силовой микроскопии при изучении элементарных процессов роста и растворения кристаллов. В. А. Копейкиным (Ухтинский технический университет) была определена растворимость различных минералов кремнезема в водных растворах в зависимости от кислотности-щелочности среды. В. И. Ракин (ИГ Коми НЦ) осуществил термодинамический анализ процесса образования агата и сделал выводы о причинах периодического изменения физико-химических параметров и природе зональности. Совместно с В. И. Катковой (ИГ Коми НЦ) им были проведены эксперименты по кристаллизации кремнезема в силикагеле. Д. И. Камашев (ИГ Коми НЦ) синтезировал опалоподобный кремнезем и выявил условия формирования неупорядоченных и упорядоченных структур. Он показал, что образование сферических частиц кремнезема связано с процессами иерархической самоорганизации вещества наnanoуровне. Интересные результаты экспериментальных, в том числе технологических, исследований были изложены в материалах А. И. Малышева, М. А. Ганибала, О. С. Шорникова, А. Б. Аткарской, В. В. Потапова, О. Б. Котовой, А. А. Смирнова, Е. А. Голубева, Е. Г. Ожогиной, О. Н. Лопатина и других авторов.

Новые данные были получены по биоминералогии кремнезема, хотя докладов на эту тему оказалось относительно немного. В основном они касались процессов силификации органических остатков. Это доклады Е. И. Сорока и Л. В. Леоновой (ИГиГ УрО РАН), Л. М. Герасименко, В. К. Орлеанского с соавторами (Институт микробиологии



Е. Н. Котова (ИГ Коми НЦ)



РАН), Г. Н. Лысюк, Ю. В. Глухова (ИГ Коми НЦ) и др. Большой интерес вызвали материалы С. С. Потапова (Институт минералогии УрО РАН), А. Головановой (Омский университет), В. И. Катковой (ИГ Коми НЦ) о кварце мочевых камней и кварце зубного происхождения. Результаты этих исследований по сути относятся к медицинской минералогии и имеют большое практическое значение.

Интересный блок составили доклады и материалы А. Ф. Сметанникова, Б. И. Пирогова, Ю. О. Пунина, А. А. Богдасарова и других авторов о минералах кремнезема в геммологии, истории, музейных коллекциях. Всем известно, насколько красивы аметист, цитрин, горный хрусталь, друзы кристаллов кварца, опалы, агаты, яшмы. Г. Н. Лысюк с соавторами (ИГ Коми НЦ) был сделан доклад о кварце в производстве древней керамики, Т. П. Майоровой

(СыктГУ) — о кремнях как археологических объектах. Л. Р. Жданова, С. И. Плоскова и И. С. Астахова (ИГ Коми НЦ) познакомили участников семинара с образцами минералов кремнезема, включая уникальные кристаллы кварца и

друзы, находящиеся в экспозициях и фондах геологического музея имени А. А. Чернова Института геологии Коми научного центра.

Закончился семинар общей дискуссией, в которой выступили специалисты



На природе с гитарой

из различных научно-исследовательских институтов. 25 июня состоялся выезд на полевую экскурсию в окрестности г. Сыктывкара.

Зам. председателя оргкомитета,
д. г.-м. н. С. Кузнецов



Реферат дипломной работы

ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ УДОРСКОГО РАЙОНА

Стажер-исследователь Ю. В. Братуцак

Цель работы состояла в фациально-генетическом и стратиграфическом расчленении, корреляции четвертичных отложений в Удорском районе. Для ее достижения необходимо было выполнить следующие задачи: изучить гранулометрический и минеральный составы осадков, петрографический состав и ориентировку удлиненных обломков морен.

Комплексом методов были изучены пять разрезов четвертичных отложений (см. рисунок). По литологическим признакам были выделены гляциальные, лимногляциальные, аллювиальные и озерные типы отложений.

В обн. 501 нижняя моренная толща представлена неслоистой плотной несортированной супесью темно-серого цвета с сизым оттенком с гравием и галькой, редкими валунами. Отмечается круп-

На территории Удорского района четвертичные образования имеют широкое распространение. Они покрывают почти сплошным чехлом древние палеозойские и мезозойские породы и представлены разнообразными по генезису осадками. Несмотря на то, что плейстоцен изучают более 40 лет, на сегодняшний день ряд моментов остается нерешенным. Для северных и центральных районов Русской равнины спорными продолжают оставаться вопросы стратиграфии среднего и позднего плейстоцена, касающиеся обоснования выделения разновозрастных морен днепровского (печорского) и московского (вычегодского) оледенений, а также валдайских ледниковых образований и их границ. Помимо валунных суглинков, составляющих основную

часть плейстоцена, в строении четвертичного разреза участвует широкий спектр пород, интерпретация которых не всегда однозначна.

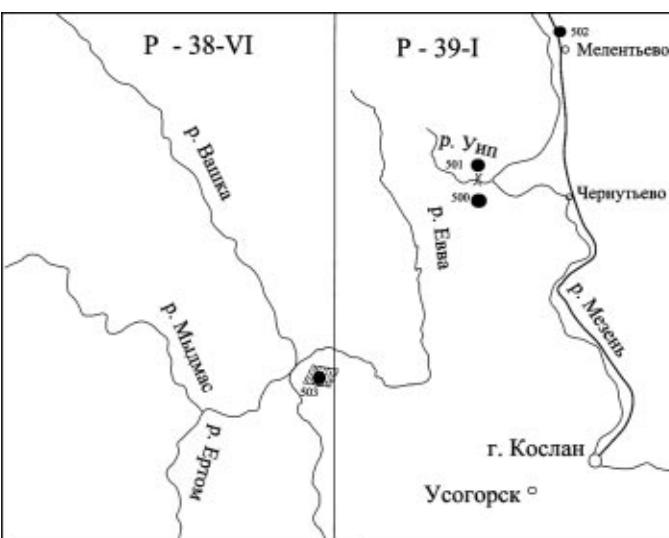


Схема расположения обнажений

Условные обозначения:
 — обнажение
 — мост
 — автомобильная дорога
 — карьер Еввинский



ная отдельность. Окатаанность обломочного материала низкая. Наблюдаются характерные для морен валуны утогообразной формы. Крупнообломочный материал представлен преимущественно карбонатными породами, длинные оси удлиненных обломков ориентированы с северо-востока на юго-запад. Тяжелая фракция характеризуется эпидот-гранат-сiderитовой минеральной ассоциацией. Причем содержание граната вверх по разрезу уменьшается, а содержание эпидота увеличивается, что указывает на поступление материала из северо-восточной ильменит-эпидотовой терригенно-минералогической провинции. Пелитовая фракция представлена смектитом, иллитом, хлоритом и каолинитом. Эти особенности вещественного состава позволяют отнести морену к печорскому горизонту.

Морены, вскрытые в обн. 500 и 503, а также верхняя моренная толща в обн. 501 сложены также супесью темно-серой с сизым оттенком с гравием, галькой и валунами. Отложения плотные с оскольчатой отдельностью. Окатаанность обломочного материала низкая. В обн. 501 моренная толща содержит отторженец песков размером 3.7—1.2 м, выше которого ее окраска изменяется на красновато-бурую. Отложения характеризуются очень низкой степенью сортировки материала и в отличие от печорской морены имеют более тонкий состав. В петрографическом составе обломков преобладают мезозойские терригенные, а также дальнеприносные магматические и метаморфические породы. Ориентированы удлиненные обломки с северо-запада на юго-восток. В составе тяжелых минералов преобладают гранат, эпидот, амфибол и пирит. Пелитовая фракция имеет тот же состав, что и в печорской морене. Таким образом, материал для формирования данной морены поступал с северо-запада — из Фенноскандинавии.

Вычегодская морена в обн. 501 и 503 подстилается глинистыми отложениями оливкового и темно-коричневого цвета, образующими четкую горизонтальную до ленточной слоистость. По данным гранулометрического анализа, сортировка материала хорошая. Для этих отложений характерна гранат-лимонит-сiderитовая минеральная ассоциация, они относятся к лимногляциальным.

В составе межморенных отложений по текстурным, гранулометрическим и

минералогическим характеристикам выделяются аллювиальные и озерные образования. Литологически были изучены пристрежневая фация, фация прирусловой отмели руслового аллювия и пойменные отложения.

Пристрежневая фация сложена разнозернистыми косослоистыми песками серого цвета с примесью гравия. Местами отмечается слоистость ряби течения. Степень сортированности материала высокая, что характерно для всех фаций аллювия. Из тяжелых минералов преобладают эпидот, гранат, амфибол и ильменит, что связано, вероятнее всего, с формированием минерального состава вследствие размытия печорской морены, на которой залегают аллювиальные образования.

Фация прирусловой отмели представлена горизонтальным и линзовидным переслаиванием разнозернистых песков с косой и горизонтальной слоистостью, а также со слоистостью ряби течения и волнения. В минеральном составе отмечаются повышенные содержания граната, эпидота и амфибала, составляющих в сумме до 60 % тяжелой фракции.

Пойменные отложения сложены мелкозернистыми алевритистыми песками с точечными и линзовидными включениями буровато-коричневого глинистого и огумусированного материала. Наблюдаются также линзы серого слабоглинистого мелкозернистого песка, ожелезнение и омарганцевание. Слоистость осадков преимущественно горизонтальная. Тяжелая фракция поймы характеризуется преобладанием граната, апатита, ильмениита и эпидота.

Озерные осадки представлены глинистыми алевритами, переходящими вверх по разрезу в мелкозернистые алевритистые пески. Слоистость отложений прерывистая тонколинзовидная и субгоризонтальная. В минеральном составе преобладают такие минералы, как гранат, эпидот, апатит, ильменит и лимонит.

На основе установленных особенностей литологического состава были расчленены и скоррелированы осадки печорского, родионовского и вычегодского горизонтов.

Среди четвертичных отложений по комплексу литологических признаков установлены среднеплейстоценовые (печорский, родионовский и вычегодский горизонты), а также верхнеплейстоценовые и голоценовые образования.

Гляциальные отложения *печорского горизонта* были вскрыты только в обн. 501. Особенности их вещественного состава указывают на поступление материала из северо-восточной (Пайхой-Уральско-Новоземельской) терригенно-минералогической провинции. Морена хорошо коррелируется с печорским горизонтом Печорской низменности (Андреичева, 1992) и центра Русской равнины (Андреичева и др., 1997).

В составе *вычегодского горизонта* выделяются лимногляциальные и моренные образования. Результаты изучения гранулометрического и минерального составов морен, а также петрографического состава и ориентировки валунов указывают на поступление материала с северо-запада — из Фенноскандинавии. Морена хорошо коррелируется по литологическому составу с вычегодским горизонтом северо-восточных районов Тимано-Печоро-Вычегодского региона и центра Восточно-Европейской платформы (Андреичева, 1992; Андреичева и др., 1997).

Родионовский горизонт сложен аллювиальными и озерными образованиями. Полный набор фаций аллювия (фации пристрежневая, прирусловой отмели руслового аллювия, пойменная) был вскрыт лишь в обн. 500.

Верхнеплейстоценовые и голоценовые отложения прослеживаются в обн. 502-1 и 502-2 на р. Мезени близ д. Мелентьево. Они представлены семи фациями аллювия, а также озерными и озерно-болотными отложениями. В дальнейшем предполагается более детальное расчленение этих осадков на основе данных палинологического анализа.

Таким образом, сводный разрез средне- и верхнеплейстоценовой толщи представлен ритмично переслаивающимися отложениями морен и сложно построенных толщ водных осадков.

В заключение автор выражает благодарность научному руководителю д. г.-м. н. Андреичевой Людмиле Николаевне за предоставленный материал и помощь при написании работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреичева Л. Н. Основные морены европейского Севера-Востока России и их литостратиграфическое значение. СПб: Наука, 1992. 125 с.
2. Андреичева Л. Н., Немцова Г. М., Судакова Н. Г. Среднеплейстоценовые морены севера и центра Русской равнины. Екатеринбург, 1997. 83 с.



Реферат дипломной работы



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАФИТОВ ЕЛИМИНСКОГО И НЯРТИНСКОГО КОМПЛЕКСОВ СЕВЕРА УРАЛА

Стажер-исследователь *N. S. Кузнецова*

Магматические породы основного состава являются хорошими объектами для реконструкции условий образования вмещающих их толщ, а также их последующего метаморфического преобразования. Мафиты в бассейне р. Кожым имеют относительно надежную стратиграфическую привязку. Они относятся в основном к образованиям няртинского комплекса (PR_{1nr}). Однако геологическое положение мафитов на Северном Урале в бассейне р. Елима до сих пор остается спорным. Так при геологической съемке, проведенной в 1972 г., Г. Ф. Прокурина, М. К. Бахтеев, и А. М. Ларионов закартировали их как среднепалеозойские (PZ_2) габбро. Последние геологические работы, выполненные в этом районе под руководством В. С. Озерова, дали основание для предположения об их более древнем возрасте — доверхнерифейском или даже дорифейском. Для уточнения стратиграфической позиции североуральских мафитов и вмещающих их пород было необходимо провести сравнение мафитов из разрезов в районах рек Кожым и Елима.

Цель работы заключалась в реконструкции первичного состава и условий метаморфизма мафитов из няртинского и елиминского комплексов севера Урала. Были изучены химические и минеральные составы мафитов из докембрийских отложений в бассейне р. Кожым и предположительно докембрийских образований в бассейне р. Елима; определены термобарические параметры метаморфизма пород, установлена геологическая позиция мафитов в бассейне р. Елима.

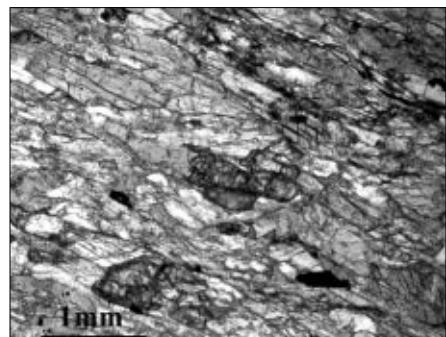


Рис. 1. Амфиболит с нематогранобластовой структурой и сланцеватой текстурой

В пределах елиминского комплекса мафитовые породы, представленные амфиболитами и эпидот-хлорит-актинолитовыми породами, изучались в 2002 г. в двух коренных выходах в бассейне р. Елима. В первом обнажении мафиты имеют темно-серую и черную окраску, массивную текстуру с элементами сланцеватости, мелкозернистую и нематогранобластовую структуру (рис. 1). Они состоят в основном из роговой обманки (55 %) и полевого шпата (30 %). В качестве второстепенных минералов встречаются эпидот (7 %), кварц (3 %), хлорит (1 %), мусковит (до 1 %). Аксессорными минералами являются титанит, апатит (1 %), рудными — ильменит, пирит (2 %). Эпидот-хлорит-актинолитовые породы имеют темно-серую окраску, гранобластовую мелкозернистую структуру, массивную текстуру. Состоят из актинолита (50—60 %), хлорита (20—25 %), эпидота (13 %). Аксессорные минералы представлены титанитом и апатитом (1 %), рудными минералами — ильменитом и пиритом (1 %). На некоторых участках породы рассечены кварц-эпидот-полевошпатовыми прожилками шириной до 2 см. Отмечаются мелкие (до 1 мм) трещины, заполненные кальцитом.

Среднезернистые амфиболиты черного цвета с зеленым оттенком были отобраны из делювия в восточной части второго обнажения. Здесь они имеют очковую, массивную и пятнистую текстуры, гранобластовую структуру (рис. 2). Пятнистая и очковая текстуры обусловлены наличием светло-серых изометричных и удлиненных выделений полевого шпата

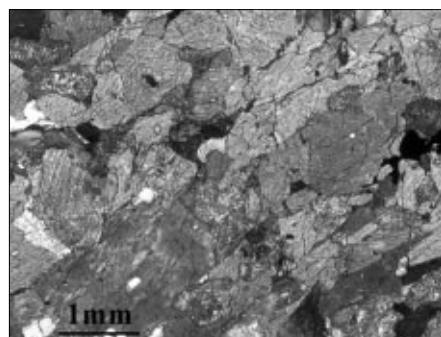


Рис. 2. Амфиболит с гранобластовой структурой и массивной текстурой

размером от 1 до 3 мм. Порода состоит из роговой обманки (55 %), плахиоклаза (30 %), кварца (10 %), хлорита (3 %) и калиевого полевого шпата (5 %). В качестве акссесорных и рудных минералов встречаются титанит, циркон, апатит (2 %) и пирит, ильменит, лейкоксен (2 %). Плахиоклаз представлен андезином (33 % An) и альбитом (до 10 % An). В альбите имеются мелкие выделения эпидота, указывающие на существование в мафитах елиминского комплекса более раннего основного плахиоклаза. Хлорит и эпидот являются продуктами замещения роговой обманки. Эпидот находится в межзерновом пространстве, развивается по плахиоклазу и заполняет прожилки. В мафитах наблюдаются брекчиивидные формы, изогнутость полисинтетических двойников плахиоклаза и мозаичные скопления кварца.

В пределах няртинского метаморфического комплекса мафитовые породы, представленные амфиболитами и эпидот-амфиболовыми гнейсами, были изучены в 2003 г. в истоках р. Кожым, в устье и в нижнем течении р. Кожымвож. Они имеют черную и темно-зеленую окраску, сланцеватую, полосчатую и очковую текстуру, порфиробластовую, пойкилобластовую, нематогранобластовую средне- и мелкозернистую структуры (рис. 3—5). Порфировые выделения представлены зернами альбита и граната, погруженными в основную массу с нематогранобластовой структурой, состоящей из амфиболя, кварца, эпидота и других компонентов. Надо отметить, что гранаты присутствуют не во всех образцах, их содержание увеличивается в эпидотовых амфиболитах.

В породах имеются прожилки и линзочки (1 мм × 5 мм), выполненные в основном кварцем и альбитом. В целом породы состоят из роговой обманки (40—60 %), граната (1—15 %), альбита (15—20 %). В переменных количествах содержатся второстепенные минералы: эпидот (до 10 %), кварц (2—15 %), хлорит (до 3 %), цоизит (1—2 %), биотит (до 1 %). Аксессорные минералы представлены апатитом, цирконом и титанитом

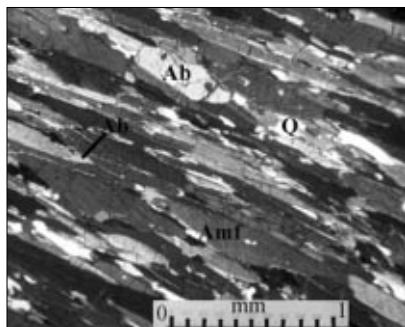


Рис. 3. Амфиболит с гранонематобластовой структурой и сланцеватой текстурой

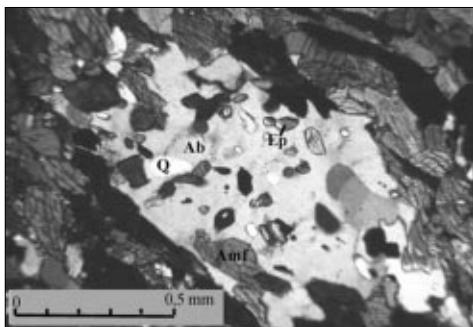


Рис. 4. Порфиробласт альбита с пойкилобластовой структурой

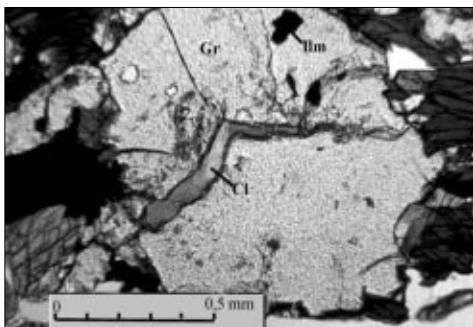


Рис. 5. Развитие хлорита по гранату

(до 1 %), рудные — рутилом, халькопиритом и ильменитом (до 2—3 %). Составы мафитов, роговых обманок, полевых шпатов елиминского комплекса, а также составы мафитов, роговых обманок и гранатов няртинского комплекса были изучены по микрозондовым и силикатным анализам.

Для выявления природы субстрата, по которым образовались мафиты рассматриваемых комплексов, использовалась диаграмма Б. Муана и Н. Де ля Роша [2]. Все фигуративные точки составов амфиболитов на диаграмме попали в поле основных пород, что доказывает их принадлежность к ортопородам (рис. 6). Учитывая отсутствие в елиминских породах явной сланцеватости, можно сделать вывод о том, что они образовались скорее всего по габброидам.

По химическому составу амфиболитов из мафитов были произведены расчеты их формульных коэффициентов по

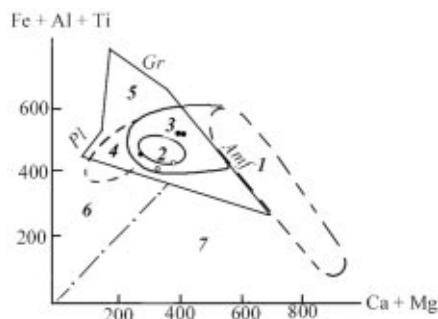


Рис. 6. Распределение точек состава мафитов елиминского и няртинского комплексов на диаграмме Б. Муана и Н. де Ля Роша

(Тернер, Ферхуген, 1968).

Поля: 1 — ультраосновных пород; 2 и 3 — основных пород (2 — максимальная концентрация составов); 4 — средних изверженных пород, песчаных глинистых граувак и пелитовых туфов; 5 — тuffогенных песчаников, мономиктовых и полимиктовых песчаников; 6 — глин, аргиллитов, алевролитов, аркозовых и мергелистых песчаников; 7 — глинистых, доломитовых и известковистых мергелей. Границы проведены по линиям переменных составов граната, роговой обманки и плагиоклаза (олигоклаз-андезина).

- — Фигуративные точки составов мафитов елиминского комплекса;
- — фигуративные точки составов мафитов няртинского комплекса

методу катионов [1].

По результатам анализов все эти амфиболы принадлежат ряду кремниевого эденита-парагасита группы роговой обманки [3].

Гранат — минерал, широко распространенный в мафитах няртинского комплекса, особенно в эпидот-амфиболовых гнейсах. Он имеет гроссуляр-альмандиновый состав. Изучение гранатов на микрозонде показало зональное распределение в них некоторых элементов. По обычному кислородному методу рассчитан компонентный состав и получены следующие формулы центральных и краевых частей гранатов.

В рассмотренных нами гранатах прослеживается тенденция увеличения содержаний железа и магния, но в то же время уменьшение содержаний кальция и марганца от центра к периферии, что говорит о прогрессивном развитии метаморфизма.

При сравнении мафитов елиминского и няртинского комплексов, обнаруживаются как сходство между ними, так и некоторые различия. Они образовались по породам основного состава, их главные компоненты — роговая обманка (эденит-парагасит), плагиоклаз, кварц, эпидот и хлорит.

Плагиоклаз и кварц в елиминских мафитах катализированы. По литературным данным, мафиты няртинского комплекса тоже испытывали катализ и милонитизацию.

Эпидот, хлорит и альбит в обоих комплексах имеют вторичное происхождение по отношению к роговой обманке. Аксессорные и рудные минералы комплексов представлены титанитом, апатитом, цирконом, ильменитом. Кроме того, в елиминских мафитах встречается пирит, а в няртинских — халькопирит. Гранат и цоизит присутствуют только в мафитах няртинского комплекса, а актинолит встречается лишь в эпидот-хлорит-актинолитовых породах елиминского комплекса. Химический состав мафитов няртинского комплекса отличается по-

ниженным содержанием кремнезема, глинозема, натрия и калия и повышенным содержанием титана и железа.

В роговой обманке елиминских пород наблюдается по сравнению с роговой обманкой няртинских мафитов:

- пониженная концентрация натрия и алюминия в шестерной координации, повышенное содержание титана, калия и кальция (по микрозондовому анализу);
- повышенная концентрация алюминия в четверной координации, магния и пониженное содержание натрия (по данным силикатного анализа).

Повышенная концентрация титана в няртинских амфиболах связана скорее всего с наличием включений рутила (по данным силикатного анализа).

Можно сделать предварительный вывод о том, что амфиболы обоих комплексов образовались при близких по значению температурах.

На основании приведенных выше данных можно утверждать, что мафиты няртинского и елиминского комплексов испытали: 1) высокотемпературный метаморфизм амфиболитовой фации (об этом свидетельствует наличие высокотемпературных роговых обманок); 2) процессы диафтореза и катализ, с которыми связано образование в мафитах следующих парагенезисов: в елиминских породах — эпидот-кварц-альбит-хлоритового, эпидот-хлорит-актинолитового; в няртинских породах — эпидот-альбит-кварц-хлоритового.

Таким образом, в результате проведенных нами исследований и с учетом высокой степени метаморфизма пород можно сделать вывод о том, что мафиты няртинского и елиминского комплексов относятся, по-видимому, к одному структурному этажу (карельскому).

ЛИТЕРАТУРА

1. Булах А. Г. Руководство и таблицы для расчета формул минералов. Недра, 1967.
2. Тернер Ф., Ферхуген Дж. Петрология изверженных и метаморфических пород, М.: Недра, 1968.
3. Leak B. E. Nomenclature of amphiboles // American Mineralogist, 1978.



ЗА УДАЧЕЙ ПОД НОМЕРОМ 13

5 июля в Институте геологии раздался звонок. Заместитель директора Национального музея РК В. Сова сообщила, со ссылкой на Интинский краеведческий музей, что жительница деревни Епа Клавдия Канева нашла в береговом обнажении в районе деревни кости мамонта, а возможно, и полный или почти полный скелет этого животного. Администрация института отреагировала оперативно, и уже 9 июля геологический отряд № 13 в составе Д. Пономарева, В. Лукина, И. Бурцевой и Л. Пунеговой выехал в Епу, чтобы на месте проверить сен-



“И нас не пугают ни волны, ни ветер...”

сационные сведения. По прибытии в деревню мы сразу отправились на место находки и тут же выяснили, что “кости мамонта” оказались ожелезненными и омарганцованными до корки образованиями, причудливое залегание которых напоминает кости большого животного. Самым интересным оказалось то, что прямо напротив “костей” в воде немножко позже Клавдия нашла бивень мамонта, который при проверке оказался вполне настоящим. Обнажение, возле которого найден бивень, расположено в районе дер. Епа на правом берегу р. Лемвы и представляет собой аккумулятивную террасу высотой чуть более 15 м (см. рисунок). Рас-

чисткой, начинавшейся прямо от уреза воды, снизу вверх было вскрыто девять толщ разной мощности:

1. 0.0—0.2 м. Беспорядочное переслаивание серых глинистых песков разнозернистых и мелкозернистых, ожелезненных по kontaktам. Контакт с вышележащим слоем волнистый.

2. 0.2—0.6 м. Полимиктовый серый грубозернистый песок с гравием и галькой. Содержание грубообломочного материала около 20—30 %. Верхние 20 см слоя интенсивно ожелезнены. Контакт с вышележащим слоем неровный, волнистый, в виде карманов и складок.

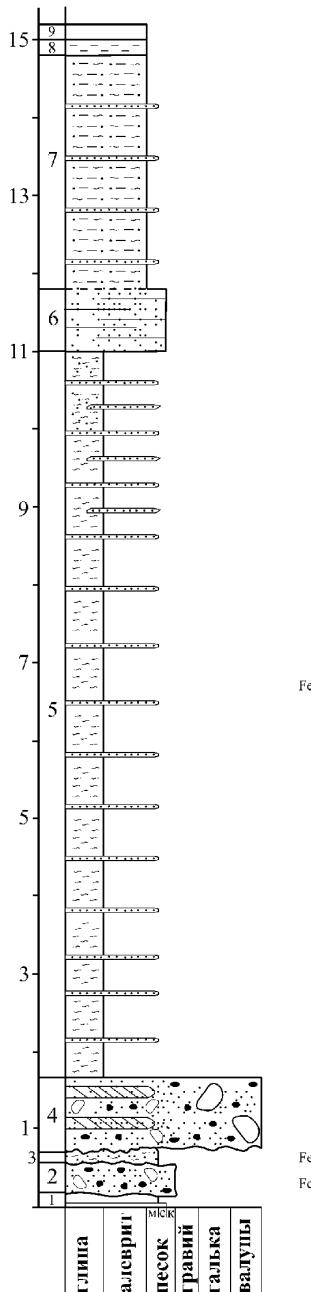
3. 0.6—0.7 м. Песок тонкозернистый глинистый ожелезненный и омарганцованный до корки, особенно интенсивно в кровле и в подошве. Очертания слоя напоминают кости какого-то крупного животного. Контакт с вышележащим слоем неровный, волнистый, в виде карманов и складок.

4. 0.7—1.7 м. Валунно-галечечно-гравийные отложения в песчаном заполнителе. Песок мелкозернистый слабоглинистый. Более промытые участки

Условные обозначения:

	- песок		- суглинок
	- гравий		- алеврит
	- галька		- глина
	- валуны		- ожелезнение
	- горизонтальная слоистость		
	- косая слоистость		
	- постепенный контакт		

Высота над
урезом р. Лемвы, м



Разрез отложений, вскрытых у дер. Епа

В оформлении заголовка и статьи использованы общий вид обнажения у дер. Епа и реконструкция мамонта Н. В. Гарутт



располагаются в виде прослоев и линз мощностью до 15 см. В линзовидных прослоях песка наблюдается косая слоистость, которая выделяется по скоплениям на плоскостях напластования гра-



Отложения нижней части разреза

вия и мелкой гальки. Толща слабо и равномерно ожелезнена. Контакт с вышележащим слоем четкий субгоризонтальный, неровный.

5. 1.7—11.0 м. Глина плотная синевато-серая с оскольчатой отдельностью. Наблюдаются горизонтальная слоистость, обусловленная наличием более светлых тонких песчаных прослоев, ожелезнение по вертикальным трещинам и по горизонтальным прослойям. Верхние два метра сильно ожелезнены. В интервале 8—11 м глина становится более песчанистой, появляются включения и прослои среднезернистого голубовато-серого песка в виде затеков и линз. Контакт с вышележащим слоем четкий субгоризонтальный.

6. 11.0—11.8 м. Песок среднезернистый глинистый горизонтально-слоистый, слоистость подчеркнута ожелезнением. Наблюдаются небольшие включения и линзы серо-коричневого суглинка. Переход в вышележащий слой постепенный.

7. 11.8—14.8 м. Серо-коричневый суглинок с субгоризонтальными прослоями среднезернистого глинистого песка. Контакт с вышележащим слоем четкий субгоризонтальный.

8. 14.8—15.0 м. Светло-серый пылеватый алеврит.

9. 15.0—15.2 м. Почвенно-растительный слой.



Образования слоя 3, напоминающие кости животного

Бивень мамонта, переданный нам Клавдией, оказался довольно большим. Его длина по большой кривизне составляет 208 см, а диаметр бивня в проксимальной части 162×136 мм. Для мамонтов позднего типа, которые обитали на нашей территории в последние 80 тыс. лет и остатки которых наиболее часто встречаются по берегам рек, это достаточно большой размер. Судя по размерам бивня, индивидуальный возраст животного явно превышал 40 лет. О геологическом возрасте находки говорить пока рано. На бивне сохранились отложения, в которых он находился в коренном залегании, но на первый взгляд они прямо не сопоставляются с осадками, вскрытыми в обнажении у дер. Епа. По нашему мнению, нельзя исключать и перенос бивня рекой на некоторое расстояние до места его находки.

Хотя громкой сенсации и не случилось, приятно отметить, что люди обращают внимание на необычные явления природы и, не жалея средств и времени, стараются сообщить о них специалистам. Благодаря таким энтузиастам были открыты многие местонахождения ископаемых остатков и стоянок древнего человека. Мы искренне признательны жителям дер. Епа Клавдии и Борису Каневым, сотрудникам Интинского краеведческого музея и лично Кулагиной Евгении Ивановне, Сова Валентине Алексеевне из Национального музея РК, руководителям и сотрудникам ГУПР МПР РФ по РК, Минприроды РК и всем, кто помогал нам в проведении работ.

К. г.-м. н. Д. Пономарев



Отряд № 13 перед отъездом из Епы. Стоят слева направо: Д. Пономарев, Л. Пунегова, В. Лукин, Б. Канев, И. Бурцева, К. Канева



Охотники за мамонтами с находкой в музее



Дорогую
Анну Ивановну Антошкину
поздравляем с 35-летием
работы в Институте геологии!

На протяжении всех лет работы в институте научная деятельность д. г.-м. н., главного научного сотрудника Анны Ивановны Антошкиной посвящена изучению литологии и стратиграфии палеозойских карбонатных формаций Тимано-Печорской провинции и севера Урала. В разработке этой проблемы она добилась крупных успехов. Ею опубликовано более 140 работ, в том числе 5 монографий. Ее научные статьи публикуются в престижных журналах: "Доклады РАН", "Sedimentary Geology", "Fades" и др. Монография "Рифы в палеозое Печорского Урала" (1994) обобщает многолетние исследования автора и впервые дает четкую картину образования рифов и их эволюции в палеозое.

Она принимала большое участие в разработке региональных стратиграфических схем Западно-Уральского и Тимано-Печорского регионов, имеющих важное значение при проведении геолого-съемочных и других работ.

Анна Ивановна является членом двух диссертационных советов Института геологии Коми НЦ УрО РАН, Института геологии и геохимии УрО РАН, действительным членом Уральской академии геологических наук, членом редколлегии журнала "Литосфера", а также председателем региональной секции Межведомственного литологического комитета и почетным геологом России. Она была стипендиатом государственной научной стипендии.

А. И. Антошкина активно участвует в международных научных совещаниях (Япония, Польша, США, Австралия) и в совместных полевых работах (США, Австралия, Эстония). Она была одним из организаторов проведения в Сыктывкаре международной конференции по проекту IGCP 406 "Пан-Арктическая палеозойская тектоника, эволюция бассейнов и фауны" (2000 г.) и Второго Всероссийского литологического совещания "Литология и нефтегазоносность карбонатных отложений" (2001 г.).

Исследования Анны Ивановны, особенно касающиеся рифогенных толщ, снискали ей широкую известность не только в нашей стране, но и за рубежом. Они широко используются в практике геолого-разведочных работ на нефть и газ в Тимано-Печорской провинции.

А. И. Антошкина в должности профессора читает курс лекций по дисциплинам "Литология" и "Историческая геология" в Сыктывкарском государственном университете, также активно участвует и в общественной жизни: избиралась народным заседателем городского суда, принимала участие в работе профсоюзной организации.

Она награждена Почетными грамотами Республики Коми и Российской академии наук, юбилейным знаком "300 лет горно-геологической службе России".

Сердечно поздравляем
Ольгу Павловну
ПЕЛЬНОВУ
с юбилеем.

Желаем счастья, здоровья
и благополучия

Поздравляем

Сергея Клименко
с рождением дочери Софьи!



Желаем родителям и малышке
здравья и счастья



ПАМЯТИ Л. М. ВАРЮХИНОЙ

К нам пришла печальная весть — 16 июля на 75-м году ушла из жизни одна из ветеранов нашего института —莉莉亚 Михайлова Варюхина, известный специалист в области стратиграфии и палинологии пермских и триасовых отложений. Родилась она в 1930 г. в г. Энгельсе Саратовской области. После окончания геологического факультета Саратовского государственного университета в 1953 г. в течение трех лет работала геологом-палеонтологом в НИИ при этом же университете, а в 1956 г. вслед за мужем, Василием Ивановичем Чалышевым, переехала в Сыктывкар и поступила на работу в отдел геологии Коми филиала АН СССР. Здесь же莉莉я Михайлова окончила заочную аспирантуру и в 1967 г. в Саратовском университете защитила кандидатскую диссертацию на тему “Комплексы спор и пыльцы красноцветных и угленосных отложений перми и триаса Печорской области и их стратиграфическое значение”.

Под ее руководством в институте был создан кабинет спорово-пыльцевого анализа и изучено огромное количество палинологического материала, собранного ею лично и другими геологами на всем Европейском Северо-Востоке, а также в Северо-Западном Казахстане, Челябинском угольном бассейне, Кузбассе, Поволжье, Карпатах и в ряде других районов. Все это послужило основой для разработки детальной стратиграфии и стратиграфической корреляции весьма удаленных друг от друга областей распространения пермотриасовых от-

ложений, стало надежной базой для геолого-поисковых работ в нашем регионе.



Лилия Михайлова внесла крупный вклад в биогеографическое районирование севера Урала и сопредельных территорий, в составление первых фитогеографических карт этих областей. За время работы в нашем институте, по материалам проведенных ею лично исследований и в соавторстве опубликовано около 70 работ, в том числе четыре крупные монографии, вышедшие в свет в Ленинградском отделении издательства “Наука”.

Лилия Михайлова всегда активно участвовала в общественной жизни коллектива института, многие годы была членом профбюро и неоднократно возглавляла профсоюзную организацию института, работала в народном контроле. В 1986 г. в связи с выходом на пенсию она уволилась из института и уехала на свою родину, в г. Саратов.

В моей памяти莉莉я Михайлова осталась очень чутким и внимательным человеком, заботливой матерью для сына, верной и преданной женой мужу Василию Ивановичу, за которым, уже тяжело больным, она с любовью ухаживала до самой его смерти. С большим сочувствием переживала несчастья сотрудников института.

Добрая память о Л. М. Варюхиной — высококлассном специалисте, прекрасном человеке — навсегда сохранится в сердцах всех, кто ее знал и вместе с ней работал.

К. г.-м. н. **В. Беляев**



Фото В. Молина

Ответственные за выпуск
О. Б. Котова, Г. Н. Каблис

Оформительская группа
Д. В. Камашев

Компьютерная верстка
Г. Н. Каблис

Распространяется бесплатно
Подписано в печать:
по графику — 30.07.2004
по факту — 04.08.2004

Тираж 300 Лицензия ПД № 31902 Заказ 470
Редакция:
167982, Сыктывкар,
Первомайская, 54



Тел.: (8212) 24-56-98
Факс: (8212) 24-53-46
E-mail: geoprint@geo.komisc.ru