

МОЛОДЁЖЬ В НАУКЕ

Нанообъекты на поверхности кристаллов

За цикл работ по теме «Неавтономные фазы на поверхности минеральных кристаллов и их роль в концентрировании элементов-примесей» научный сотрудник лаборатории экспериментальной геохимии ИГХ СО РАН, кандидат химических наук Сергей Владимирович Липко получил премию имени академика Л.В. Таусона.



Сергей закончил физфак Иркутского государственного университета в 2003 году по специальности «медицинская физика». И хотя на 3-м курсе работал в Институте солнечно-земной физики СО РАН в группе GPS-мониторинга под руководством Э.Л. Афраймовича, обстоятельство заставило перейти в Сибирский всероссийский алюминиево-металлургический институт. Здесь и диплом писал, и работал в лаборатории физико-химических методов анализа. Благодаря дружному и высококвалифицированному коллективу под руководством А.В. Кюн молодому специалисту удалось освоить различные физические методы анализа, в том числе и атомно-силовую и туннельную микроскопию. С лабораторией также связан и первый значимый успех — губернаторская премия по науке и технике за работу «Цикл научно-исследовательских и прикладных работ по металлургии алюминия и алюминиевых порошков».

Одновременно учился в аспирантуре Института геохимии СО РАН, работал у доктора химических наук В.Л. Таусона. ОАО «СибВАМИ» скоро расформировали, и молодой человек всецело мог посвятить себя геохимической науке. В прошлом году защитился, а в этом результаты его исследований были отмечены высокой наградой СО РАН.

Обнаружены впервые

— Я занимаюсь атомно-силовой и туннельной микроскопией, — рассказывает Сергей. — Уникальность этого метода в том, что он позволяет получать трёхмерное изображение

поверхности с ангстремным разрешением на воздухе. Правда, мы не можем максимально использовать данную уникальную возможность, поскольку внешние условия не соответствуют эксплуатационным. Нужно особое помещение, высокий класс чистоты. А наш сканирующий мультимикроскоп СММ-2000, сделанный в Зеленограде российскими мастерами, очень компактный и может легко разместиться на письменном столе. И считается, что создавать для него особые условия не стоит, он и так достаточно эффективен — позволяет исследовать поверхности минералов с нанометровым разрешением.

Изучение поверхности различных минералов с помощью СММ-2000 и других поверхностных методов позволило доказать присутствие на поверхности кристаллов различных по своей природе минеральных и неорганических веществ особых фазовых образований — неавтономных фаз — и обосновать их роль в распределении элементов-примесей. Неавтономные фазы обладают способностью поглощать элементы-примеси в сверхвысоких концентрациях, что приводит к значительным различиям поверхностных и объёмных коэффициентов распределения, достигающих трёх порядков величины и более. Данный эффект является важной причиной существования зависимости содержания элемента от размера кристалла.

Практический интерес

Интерес к наноразмерным объектам обусловлен возможностью значительной модификации и изменения свойств известных материалов при переходе их в нанокристаллическое состояние. Модифицирование поверхности неорганических или минеральных кристаллов в направлении создания неавтономных фаз с заданными свойствами может существенно улучшить свойства неорганических сорбентов, повысить их эффективность и избирательность. Поверхностные фазы несут информацию об условиях образования минерала и его геологической истории, что важно для поисковой геохимической практики.

Только вместе

Работа, конечно же, выполнялась коллективно. Известно, что поверхность кристалла, даже атомно-гладкая, является двумерным дефектом кристаллической структуры. Однако до последнего времени, до появления принципиально новых методов анализа и визуализации поверхности, сведений о реальной структуре поверхности было совершенно недостаточно. Наша работа — одно из

тех современных исследований, которые во многом восполняют этот пробел в знаниях. Становится понятно, что поверхность кристалла — особая зона, где действуют законы нанохимии и нанопизики, образуются неавтономные фазы, которые не могут существовать без поверхности и где мощно действует эффект улавливания поверхностью микропримесей.

Мой учитель

Владимир Львович Таусон — мой учитель и сын учёного, именем которого названа полученная мною премия — известный специалист в области исследования проблем теоретической и экспериментальной минералогии и геохимии. В 1995 году он в составе коллектива авторов отмечен премией Правительства РФ в области науки и техники за работу «Теоретические аспекты и технология выплавки кремния», в 1999 году за коллективную монографию «Геохимия твердого тела» получил медаль и диплом Всероссийского минералогического общества, в 2002-м — премию имени А.П. Виноградова за серию работ «Экспериментальные и теоретические исследования гетерогенных равновесий и поведения микроэлементов в геохимических системах с реальными кристаллами фаз».

Было обнаружено, что содержание золота на поверхности пирротина превышает концентрацию в объёме самого кристалла в 10 тысяч раз. С чем это связано, что заставляет золото агрегироваться на поверхности? Когда появился атомно-силовой микроскоп, удалось увидеть на поверхности минерала пирамидальные кристаллические наноструктуры. Владимир Львович определил их как неавтономные фазы и первый понял, что это как раз и есть то, что концентрирует золото на поверхности.

Поступив в аспирантуру, я стал заниматься этим вопросом — определять условия роста и свойства этих неавтономных фаз. На первом этапе надо было доказать, что они действительно существуют. Был разработан новый подход, объединяющий методы электронной спектроскопии, сканирующей зондовой микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа с методами экспериментальной геохимии (синтез и превращение минералов при заданных условиях) и исследованием поверхности природных минералов, определением в них различных форм нахождения элементов (основные формы нахождения примесей в кристалле хемосорбционная, физическая, структурная и минеральная. К последней форме относится неавтономная нанофаза).

Интерес к методикам

Я взаимодействую со многими институтами: Институтом медицины ВСНЦ СО РАМН, институтами Сибирского отделения — Иркутским институтом химии, СИФИБРОм и ЛИНОм, и везде этот подход анализа поверхности работает. Допустим, в Институте химии получают наночастицы золота, которые используют для изготовления лекарств. Наночастицы, покрытые арабиногалактаном, предстоит направить с лекарствами в большой орган человека. Арабиногалактан — это органика, она занимает 500 нанометров вокруг самой наночастицы, как «конфетка» в эту оболочку завернута. Был выполнен морфологический анализ поверхности оболочки. Больших результатов, правда, это не принесло. А вот с Институтом хирургии получены интересные результаты, которые впоследствии распространились и на другие биологические объекты. Мы исследовали митохондрии, смотрели, как атеросклероз влияет на мембрану митохондрии. Опухликовали совместных три статьи в рецензируемых журналах. Исследования проводили на крысах, и здоровых, и больных атеросклерозом, увидели, как меняется структура мембраны.

В ЛИНе занимаюсь изучением механических свойств диатомовых водорослей. Загадка того, как они из чистой воды добывают кремний и создают из него такие причудливые формы домиков-панцирей, интересует многих. Мы сначала посмотрели морфологию поверхности этих строений и обнаружили, что стенки панциря диатомовых сложены из элементарных структур. Механизм такого строительства пока непонятен. На данном этапе стоит задача определения механических свойств диатомовых в рамках эволюции, то есть нужно определить прочность панциря для различных видов диатомей и сравнить с прочностью зубов ракообразных, которые их поедают, перемалывая. Это нужно для изучения эволюции данных видов. Трудность заключается в том, что инструмента, позволяющего выполнить данное исследование, в России пока нет.

Такие работы по неавтономным фазам в мире, насколько я могу судить по анализу публикаций, не ведутся. Соперников пока не видно — они исследуют в основном атомно-чистые сколы.

Итак, нами доказано существование неавтономных фаз, изучены свойства и условия их образования. Кроме того, состав и свойства неавтономных фаз отличаются друг от друга в зависимости от происхождения минерала, а это позволяет отследить, в каких условиях рос кристалл, проследить всю его историю.

Г. Киселёва, «НВС»
Фото В. Короткоручко

Односельчанин академика Киренского

В этом году премию имени академика С.С. Кутателадзе для молодых учёных за цикл «Теоретическое исследование фундаментальных закономерностей радиационно-кондуктивного теплообмена в полупрозрачных средах с фазовым переходом первого рода» получил кандидат физико-математических наук Семён Дмитриевич Слепцов. Представляем вниманию читателей интервью с лауреатом.



— Я родом из Якутии, из села Амга. Мой односельчанин — академик Л.В. Киренский, основатель Красноярский филиал Академии наук. Я закончил Якутский госуниверситет, физфак. У нас на кафедре работала Надежда Александровна Савинова, которая и направила меня в 1999 году в Новосибирск в аспирантуру к своему научному руководителю Николаю Александровичу Рубцову. С тех пор я и работаю в Институте теплофизики, прошел путь от инженера 1-й категории до старшего научного сотрудника.

— Семён, а почему именно физика?

— У меня с детства был уклон в физико-математические науки. В Якутске я специализировался на кафедре теплофизики, моим научным руководителем был Эдуард Антонович Бондарев, один из ведущих специалистов в России по газам гидратам. А здесь я защитил кандидатскую по теплообмену излучением.

— У вас менялась тема исследований?

— Совсем недавно я занялся условиями разложения гидрата метана за волной разрежения, теоретической частью — математическим моделированием. Но это работа по гранту, она недолгая, и по завершении планирую вплотную перейти к основной теме работ — по теплообмену излучением.

— Каковы ближайшие научные планы?

— В планах докторская диссертация, надеюсь защитить за пять лет.

— Что для вас значит эта премия?

— Это оценка важности направления, в котором я работаю, доказательство того, что теплообмен при излучении становится одним из самых приоритетных направлений в мировой физике. Исторически данное направление было связано с астрофизикой, все методы, модели пришли оттуда, а применялись для расчётов тепловых процессов в топках паровозов, доменных печей, котлов и т.д. Затем резкий скачок интереса к данной тематике

возник с развитием космических технологий. В 90-х годах наше направление, как и практически вся наука, впало в заторможенное состояние, а сейчас мы вновь переживаем возрождение в связи с развитием нанотехнологий — солнечными батареями и новым направлением в нашей области — излучением ближнего поля. Этот эффект проявляется в малых зазорах, когда между проводящими излучение пластинами резко вырастает поток тепла, а на поверхности материала (если он полупроводник) возникает электрический ток.

— На кого вы равняетесь в жизни? Есть такие люди — учёные, писатели?

— Кумиров я себе стараюсь не сотворять, придерживаюсь своего пути. Хотя, безусловно, и реальные герои оказали влияние на мое становление.

— Вы любите читать?

— Очень! Для человека, который недавно поселился в Академгородке, у меня хорошая библиотека. Читаю классику, историю, в данный момент — это Марко Поло. Причем читаю именно бумажные книги.

— Есть ли у вас ещё хобби?

— Недавно занялся фотографией. В своё время окончил художественную школу, рисовал, сейчас забросил это дело, но некоторые навыки остались, и это помогает.

Е. Садыкова, «НВС»
Фото автора

Конкурс

Учреждение Российской академии наук Институт динамики систем и теории управления СО РАН объявляет конкурс на замещение должности на условиях срочного трудового договора по соглашению сторон научного сотрудника по специальности 05.13.11 «математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей». Заявления и необходимые документы направлять до 01.11.2011 г. по адресу: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 134, ИДСТУ СО РАН. Конкурс состоится 10.11.2011 г. в 14:00 по адресу: г. Иркутск, ул. Лермонтова, 134, каб. 407. Справки по тел.: 8(395-2) 45-30-22. Объявление о конкурсе и перечень необходимых документов размещены на сайте www.sbras.nsc.ru, www.idstu.irk.ru.

Учреждение Российской академии наук Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» Красноярского научного центра СО РАН объявляет конкурс на замещение вакантных должностей: старшего научного сотрудника по специальности 25.00.22 «геотехнология (подземная, открытая и строительная)» — 0,5 ставки, научного сотрудника по специальности 01.02.06 «динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» (1 ставка). Документы для участия в конкурсе подавать в течение одного месяца со дня опубликования объявления. Дата и место проведения конкурса — 3 ноября 2011 г. в 14:00 в актовом зале СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН. Условия конкурса: с победителями конкурса заключается срочный трудовой договор на 5 лет. Документы на конкурс подавать по адресу: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 53, СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН (приемная); тел.: (391) 227-29-12.