

S ПОДРОБНЕЕ
в будущих выпусках



Как известно, на пустом месте ничего не возникает. Отсчет сегодняшнего успеха нужно вести с 1976 г., когда в лаборатории гидротермального синтеза силикатов нашего Института геологии, геофизики и минералогии начались исследования по синтезу благородного опала — прекрасного драгоценного камня с радужным отливом. Независимо от нас подобные исследования стартовали во франко-швейцарской лаборатории, руководимой П. Жильсоном, которая была известна своими достижениями в синтезе драгоценных камней. В последующие годы работа

и там, и здесь велась в обстановке соревнования, причем примерно с равным успехом.

Рукотворные камни

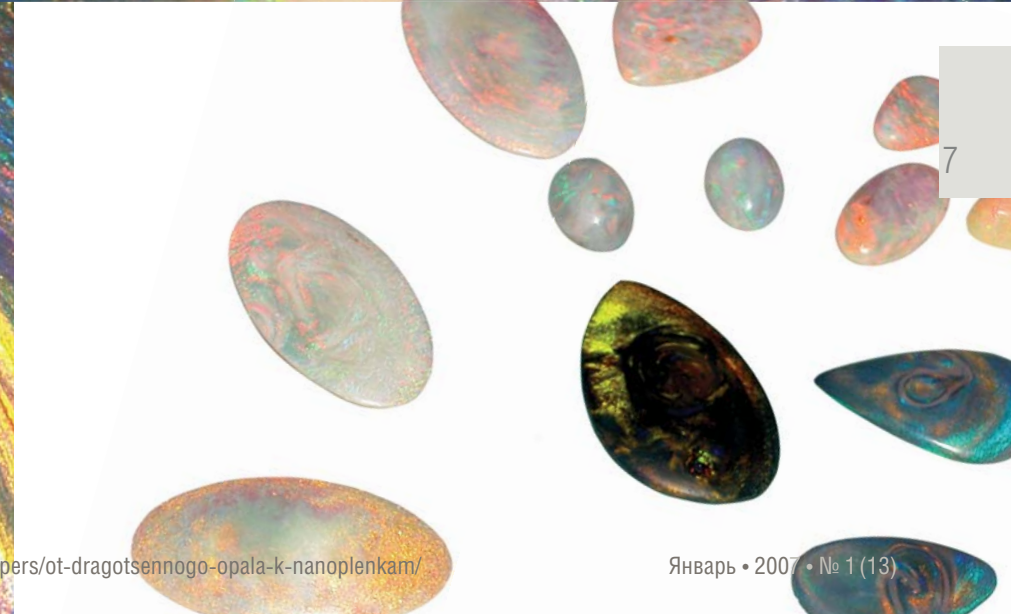
Прежде всего выяснилось, что синтез благородного опала — задача непростая, намного более сложная, чем в случае любых других драгоценных камней. Тем не менее, к началу 1980-х гг. нашей лаборатории удалось разработать технологию промышленного синтеза камня и осуществить ее запуск на Исфа-

ОТ ДРАГОЦЕННОГО ОПАЛА

К НАНОПЛЕНКАМ



В конце 2006 г. в новосибирском Академгородке прошла научная сессия «Наука и нанотехнологии», на которой ученые Сибирского отделения РАН представили немало работ, выполненных на самом высоком, мировом уровне. Подобные достижения особенно радуют, если принять во внимание достаточно скромные материальные возможности наших исследователей. «Технологию успеха» нам раскрыли участники сессии — д.г.-м.н. Д.В. Калинин и к.г.-м.н. В.В. Сердобинцева (Институт геологии и минералогии СО РАН), д.ф.-м.н. А.И. Плеханов (Институт автоматики и электрометрии СО РАН). Их доклад был посвящен новым наноматериалам на основе искусственного опала, по качеству и функциональным возможностям значительно превосходящим существующие образцы



ринском гидрометаллургическом заводе. Получить камень, который был бы полностью идентичен природному, в то время еще не удалось, но ювелирные фабрики с энтузиазмом стали использовать наши опалы для производства изделий, получивших самые высокие оценки.

Жильсон с коллегами добились практически тех же результатов, однако многочисленные технологические трудности, с которыми они столкнулись, и неудовлетворенность достигнутым заставили их отказаться от продолжения работ. Мощная японская керамическая компания «Киосера», принявшая эстафету, также не смогла получить полный аналог природного камня. Сейчас она выпускает на рынок очень красивые камни, которые называются опалами Жильсона.

Благородный опал, неотличимый от природного камня по всем физико-химическим показателям, нам удалось получить только в середине 1990-х гг. К этим непростым для отечественной науки временам от всей лаборатории осталась лишь небольшая исследовательская группа. В ходе работ по синтезу искусственных опалов, а также изучению природных образцов, мы узнали много нового о процессах образования этого минерала. Зарубежные специалисты в то время считали, что регулярная структура опала, состоящая из одинаковых по размеру сферических частиц аморфного кремнезема, является результатом спонтанного осаждения и механической укладки частиц в подобие кристаллической решетки.

На самом же деле своей кристалло-подобной структурой опал обязан взаимодействию и последующей нанокристаллизации отрицательно заряженных частиц кремнезема, окруженных в жидкой среде диффузным облаком положительно заряженных ионов. Взаимодействие между ними идет за счет различных сил: молекулярного притяжения

масс, электростатического отталкивания ионных «атмосфер», поляризационных и гравитационной сил... Роль осаждения сводится, в основном, к созданию определенной концентрации частиц, необходимой для процесса нанокристаллизации.

Процесс возникновения нанокристаллов опала, в котором частицы кремнезема первоначально отделены друг от друга жидкими прослойками, равными по толщине примерно двум ионным атмосферам, был всесторонне изучен с участием наших коллег из Института катализа СО РАН. Полученные научные результаты легли в основу синтеза не только высококачественного благородного опала, но и объемных опаловых фотонных кристаллов и, наконец, опаловых фотонных пленок с высокими характеристиками.

Фотонный кристалл: свет вместо электричества

Здесь пора упомянуть, что уже с начала 1990-х гг. физики рассматривали опал как классический пример фотонного кристалла, взаимодействие которого со светом лучше всего в общих чертах можно сравнить с работой полупроводникового элемента. Как и у полупроводниковых кристаллов, у них есть так называемая запрещенная зона (стоп-зона) для определенной длины волны света, что открывает возможности создания фотонно-кристаллических устройств раз-

личного назначения и электронно-фотонных комбинаций.

Использовать свет вместо электричества весьма заманчиво. А поскольку современная электроника подходит к пределу своих возможностей, энергичные исследования в этой области сейчас ведутся в крупных научных центрах мира.

Наши дальнейшие работы по созданию фотонно-кристаллических материалов шли в тесном взаимодействии с Институтом автоматики и электрометрии. Вырастить опаловые пленки с минимумом дефектов оказалось нелегко. Однако, основываясь на концепции равновесной нанокристаллизации, удалось получить опаловые пленки с коэффициентом отражения в стоп-зоне до 96%.

Нужно добавить, что область применения как самого опала, так и наночастиц кремнезема и опаловых пленок не ограничивается фотоникой. Они могут стать основой био- и хемосенсорных материалов, выступать в качестве своеобразных катализаторов биохимических реакций. Поэтому в плане — совместные работы со специалистами Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН.

Вот так прекрасное и уникальное творение природы — благородный опал, столетиями использовавшийся в виде украшений, — оказалось в центре самых передовых технологий. А будущее удивительного камня будет зависеть от того, насколько слаженно и плодотворно будет работать «интеграционный» коллектив специалистов разного профиля из научных подразделений СО РАН.

*д.г.-м.н. Д.В. Калинин,
к.г.-м.н. В.В. Сердобинцева,
д.ф.-м.н. А.И. Плеханов*

