



# Обеспечены ЗОЛОТОМ

## У нового поколения нанокатализаторов широчайшие перспективы

Прошло меньше года, как член-корреспондент РАН Валентин Анаников, заведующий лабораторией Института органической химии им. Н.Д.Зелинского РАН (ИОХ), и его аспирант Сергей Залесский сотворили сенсацию: в стандартном реактиве, который химики используют годами, они обнаружили наночастицы. Никто от проверенного реактива подобного подвоха не ждал, а он взял да преподнес. Оказалось, что свойства его вовсе не стабильны: постоянно разлагаясь, он выдает наночастицы даже в момент бездействия, когда, скажем, томится на таможне, ожидая заказчика ("Поиск" №26, 2012). И на тебе - очередная сенсация! Валентин Анаников, его аспиранты Сергей Залесский, Алексей Кашин и студент-третьекурсник Высшего химического колледжа Александр Седых вновь взбудоражили мировую химическую общественность.

...На компьютерном мониторе черно-белая картинка: нечто напоминающее морских ежей, сложные кристаллы или, на худой конец, конфеты "рафаэлло". В электронном микроскопе при увеличении в десятки тысяч раз химики увидели, как происходят реакции восстановления соли золота с образованием наночастиц. Полученное на их основе новое поколение нанокатализаторов открывает широчайшие перспективы для практического применения.

**- Казалось бы, электронный микроскоп существует более полувек, уже не первое поколение химиков работает с ним, а обнаружили интереснейшее явление только сейчас?**

- Раньше сложнейшие электронные микроскопы, - рассказывает Валентин Анаников, - могли позволить себе лишь наиболее продвинутые физико-химические лаборатории, профессионально занимавшиеся электронной микроскопией. Химики без специальных навыков, скажем, органики, биохимии или каталитики обеспечить устойчивую работу такого прибора просто не могли. Однако за последние лет десять электронные микроскопы кардинально изменились - стали неизмеримо проще, доступнее. Теперь освоить и самостоятельно эксплуатировать такой прибор вполне по силам обычным лабораториям. В ближайшие годы с их помощью, уверен, будет проведено множество интереснейших экспериментов - химики получили эффективный инструмент для исследований.

**- Но хороший электронный микроскоп стоит дорого, не меньше полумиллиона евро. У нас в стране, наверно, таких устройств немного.**

- В последнее время приборное обеспечение академии и университетов заметно улучшилось, покупки дорогостоящего экспериментального оборудования (не только ми-



кроскопов, но и ЯМР- и масс-спектрометров) стали не таким уж редким событием. Думаю, неплохих электронных микроскопов у нас в стране наберется несколько десятков, хотя они и не идут ни в какое сравнение с сотнями таких приборов во многих странах. Там осознают важность передовой техники для научных исследований. Вместе с тем появление новых приборов выявило другую проблему - кадровую. Ведь мало заполучить прибор, надо еще суметь его "загрузить". Нередко в отечественных научно-образовательных учреждениях можно увидеть печальную картину - бездействующий дорогой прибор. Нашей лаборатории повезло: к нам попал мощный, простой в управлении электронный микроскоп Hitachi SU8000. Он в полной мере реализует хорошо известную технику полевой эмиссии для получения изображений с высоким разрешением.

**- Если эти приборы так широко распространены, почему никто не обратил внимания на эти реакции?**

- Вполне возможно, просто

не смотрели в эту сторону. Химики предпочитают изучать сложные объекты в надежде обнаружить новые и не описанные ранее взаимодействия. Мы же взяли едва ли не за самые простые реакции: восстановление солей золота обычными органическими и неорганическими веществами. Наша задача - получить наночастицы золота различных размеров и формы и использовать в качестве катализаторов. Это главное направление исследований лаборатории: разработка новых перспективных нанокатализаторов. Сейчас, когда нам стала доступна уникальная техника, изучение старых и хорошо известных реакций преподносит неожиданные сюрпризы. Уверен: исследование на новом экспериментальном уровне - уровне наночастиц и молекул - уже, казалось бы, давно известных процессов даст новый виток развития химии.

Благодаря необыкновенным возможностям - высокому разрешению электронного микроскопа (поворотом ручки достигается увеличение в 300-400 тысяч раз) мы увидели, как из

одной и той же простой соли золота под действием разного рода восстановителей образуются наночастицы самой разной формы. Большие - от 300 до 500 нанометров, средние - 50-100 нанометров и маленькие - от 1 до 10 нанометров. Проследили маршрут реакции образования наночастиц из растворимых комплексов, в которых всего один атом золота. Изучили процесс образования "золотого зеркала", которое химики нередко наблюдают во время реакций. Естественно, простым глазом ничего подобного увидеть невозможно.

Для образования каждого "семейства" наночастиц существуют свои методы разной степени сложности. Нам же удалось доказать, что их можно получать из одного вещества - простой соли золота, если использовать небольшой набор необходимых реактивов. (Эту важную взаимосвязь подтвердили химики, применившие другие методы исследования). Нам удалось показать возможность таких превращений с помощью методов электронной микроскопии, предложив принципиально новый подход.

Продолжая это направление, планируем создать эффективные химические инструменты для работы с наночастицами. Пользуясь микроскопом высокого разрешения, как из конструктора, можно собирать молекулы и частицы и получать высокопроизводительные катализаторы.

**- Какие практические возможности это открывает?**

- Золото выступает в качестве катализаторов большого количества реакций, и сейчас эта область очень бурно развивается. Многие исследователи всерьез считают, что скоро наступит "золотой" век катализаторов. Поэтому сами наночастицы и комплексы золота должны быть доступны, дешевы - тогда и цена

новых продуктов, полученных на их основе, будет невысокой. Этого мы и добиваемся. Если удастся создать стандартные реакции для практического получения наночастиц разного размера и формы, а затем катализаторов, это позволит на порядок снизить стоимость продуктов тонкого органического синтеза. А значит, лекарственных препаратов, биологически активных соединений, веществ для фото- и микроэлектроники, самых разных материалов и многого другого.

**- У вас на столе копия обложки западного журнала. Как химики оценили вашу работу?**

- Международные эксперты дали позитивную оценку нашей статье - они опубликовали ее и поместили рисунок на обложке мартовского номера "Журнала Американского химического общества" (Journal of the American Chemical Society - в обиходе просто JACS). Журнал сообщил, что это первая обложка в JACS российского коллектива авторов. Статья получила очень хорошие отзывы наших коллег. А насколько это направление будет интересно химической общественности, покажет время.

**- Какой вклад внесли ваши молодые коллеги?**

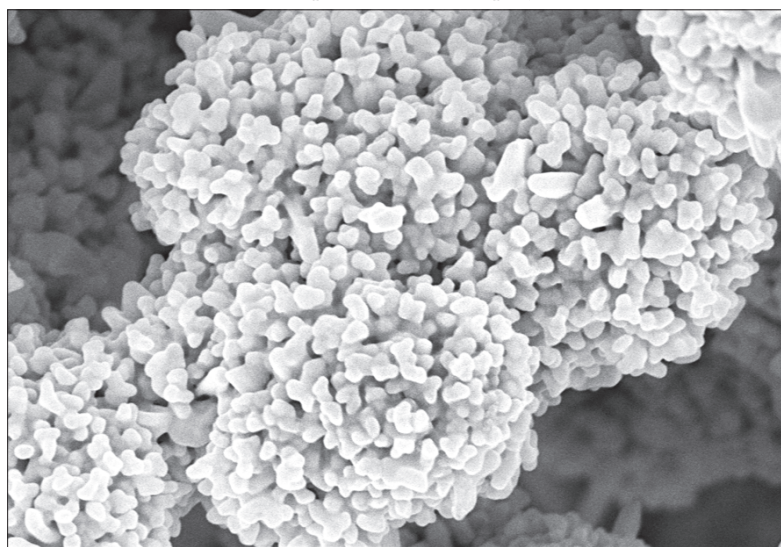
- Аспирант С.Залесский и студент А.Седых занимались получением наночастиц, их выделением и исследованием реакций в растворе. Их задача - понять, как ведут себя химические системы на границе раздела между молекулой и наночастицей. Здесь меняются привычные для нас свойства веществ и именно здесь в самом ближайшем будущем нас ждут интереснейшие находки. Аспирант А.Кашин полностью освоил электронный микроскоп и самостоятельно выполнил на нем часть работы.

Заметим, что для Валентина Ананикова это не первая публикация в американском топ-журнале, для Сергея Залеского - вторая, для остальных - первая, зато какая! Такими работами мало кто из опытных экспериментаторов может похвастаться. Можно позавидовать Саше Седых: он еще студент, а уже участвовал в эксперименте мирового уровня, его фамилия значится в числе авторов известного научного издания - многообещающее начало научной карьеры. Алексей Кашин становится опытным микроскопистом: он сумел получить целую серию полезных и красивых изображений из наномира.

Однако в рейтинговых журналах молодые люди печатаются далеко не впервые - в их активе по несколько публикаций. Все они увлечены наукой, работают в лаборатории не первый год и чувствуют себя профессионалами (все трое начали научную работу еще в школе - они выпускники химического лицея). Сергей Залесский летом готовится защищать кандидатскую диссертацию. Успех не вскружил им головы, они продолжают напряженно работать. Вопросов стало еще больше, а что-то покажут следующие эксперименты?

**Юрий ДРИЗЕ**

**На снимке: (слева направо стоят) Сергей Залесский, Александр Седых, Валентин Анаников; за компьютером на переднем плане Алексей Кашин**  
Фото Андрея МОИСЕЕВА



SU8000 10.0kV x50.0k SE(U) 1.00um  
Причудливые золотые шарики под микроскопом