

Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова Российской академии наук



Этот номер составлен из обзорных статей сотрудников Института элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова (ИНЭОС) — одного из ведущих химических институтов Российской академии наук, который отмечает в этом году свой 50-летний юбилей.

Институт был образован в 1954 г. по инициативе академика А.Н.Несмеянова на базе ряда лабораторий Института органической химии им. Н.Д.Зелинского, в основном связанных с исследованиями в области элементоорганической (металлоорганической) и полимерной химии.

В период с 1951 по 1961 гг. академик А.Н.Несмеянов являлся Президентом Академии наук СССР, он же стал первым директором ИНЭОС и оставался на этом посту до 1980 г. После него Институтом руководили академики А.В.Фокин (1980–1988) и М.Е.Вольпин (1989–1996). С 1996 г. директором Института является академик Ю.Н.Бубнов.

С самого начала в деятельности Института было предусмотрено органичное сочетание синтетических и теоретических исследований, поэтому многие лаборатории ИНЭОС строили свою научную деятельность на стыке нескольких ветвей химии и физики. Это, по образному выражению А.Н.Несмеянова, определяло точки роста современного научно-технического прогресса. Так, на стыке органической, металлоорганической и координационной химии появилась химия органических соединений переходных металлов, π -комплексов металлов и кластеров. Уникальные свойства этих соединений позволили создать новые металлоорганические катализаторы, разработать процессы активации малых молекул, включая азот, оксиды углерода, углеводороды и другие. Сочетание органической и элементоорганической химии с современными экспериментальными и теоретическими методами физической химии привело к развитию исследований в области реакционной способности органических и элементоорганических соединений, что позволило получить принципиально новые данные о структурной химии и молекулярной динамике этих соединений.

В настоящее время ИНЭОС является одним из ведущих научных центров в области элементоорганической и полимерной химии. В Институте сложились и успешно развиваются следующие основные научные направления:

- разработка новых методов синтеза элементоорганических соединений и их применение в органическом синтезе и катализе;

- фундаментальные исследования в области элементоорганической и органической химии, включая изучение новых структур, химической активности и кинетики;

- создание новых методов каталитического асимметрического синтеза;

- получение биологически активных соединений широкого спектра действия для использования в медицине и сельском хозяйстве;

- фундаментальные исследования в области синтеза, структуры и свойств полимеров и композитов, различных элементо- и металлоорганических полимеров и методов введения металлоорганических и металлических фрагментов в полимерные матрицы;

- разработка новых экспериментальных подходов к анализу органических и элементоорганических соединений.

Среди наиболее интересных результатов в области разработки новых методов синтеза элементоорганических соединений и их применения в органическом синтезе и катализе, полученных сотрудниками института в последние годы, можно отметить синтез многослойных сэндвичевых металлоценов, получение новых классов σ -, π - и смешанных комплексов металлов с олефиновыми, ацетиленовыми, винилиденовыми лигандами, синтез элементоорганических соединений с полиэдральными заместителями, такими как карбораны и фуллерены, а также новых комплексов антикраунов, содержащих атомы ртути со сложным комплексным анионом, что расширяет границы потенциального практического применения этих необычных краун-соединений. На основе металлоценов синтезированы хелатные комплексы родия, иридия и платины нового поколения,

содержащие тридентатные P,C,P-лиганды, которые могут найти применение в производстве водорода. Разработаны методы получения из конверсионного сырья метилкарбамойлметилфосфиновых кислот и их производных — дешевых и эффективных бидентатных экстрагентов и сорбентов трансурановых элементов. Получены более эффективные по сравнению с существующим трифторбромметаном, запрещенным Монреальским протоколом, пламегасители на основе ряда фосфитов, фосфатов, фосфонатов и низших первичных алканолов и полифторалканолов.

Из наиболее интересных результатов в области химии полимеров и композитов следует отметить синтез нового класса полимеров с элементоорганическими и неорганическими цепями, получение полимеров с высокими термическими, каталитическими, сорбционными и электрофизическими характеристиками, конструкционных пластиков, термостабильных композитов и адгезивов, мембран и полимеров для электроники и медицины, синтез новых ароматических и гетероциклических полимеров, включая полисопряженные, сверхжесткие и сетчатые полимеры. Важное место занимают разработка методов введения металлоорганических и металлических фрагментов в полимерную матрицу, синтез наночастиц различной природы с использованием полимерных систем, получение жидкокристаллических полимеров. Радиационной матричной газофазной сополимеризацией на вытянутых полиамидных пленках получены полимерные полупроводники принципиально новой структуры с высокой электропроводностью. Найдены катализаторы процесса полициклотримеризации диизоцианатов, выполняющие одновременно функцию красителей. Разработан экологически чистый метод синтеза и модификации полимеров в сверхкритических средах. Методом мицеллярной полимеризации в водной среде синтезированы самоассоциирующие гидрофобно-модифицированные тройные сополимеры (терполимеры).

В ИНЭОС сделан ряд важных открытий, получивших международное признание. Здесь впервые были синтезированы представители нового класса каркасных соединений бора — карбораны и их многочисленные производные (Л.И.Захаркин, 1963), открыта и исследована третья форма углерода — карбин (В.В.Коршак, А.М.Сладков, 1971); теоретиками института (Д.А.Бочвар, Е.Г.Гальперн, 1973) предсказана четвертая форма углерода — фуллерен C₆₀; открыта 1,2-перегруппировка полигалогеналифатических радикалов в жидкой фазе (А.Н.Несмеянов, Р.Х.Фрейдлина, 1973). Мировую известность получили работы по химической фиксации молекулярного азота и других малых молекул в мягких условиях (М.Е.Вольпин, В.Б.Шур, 1967), а также работы по ионному гидрированию (Д.Н.Курсанов, 1979). Обнаружена способность ахиральных молекулярных структур участвовать в распознавании энантиомеров (В.А.Даванков, С.В.Рогожин, 1992), что привело к появлению лигандно-обменной хроматографии. Наконец, в середине 1990-х годов открыто явление циклической миграции неспаренного электрона через поливалентные атомы непереходных элементов (М.И.Кабачник).

С именем Института ассоциируется такое понятие, как «искусственная пища», в том числе «искусственная икра». Разработав технологию получения искусственной икры, сотрудники Института под руководством С.В.Рогожина и Г.Л.Слонимского воплотили в жизнь идею А.Н.Несмеянова о применении прогрессивных методов химической технологии для получения из нерационально используемых природных белков продуктов питания.

В настоящее время в ИНЭОС работают свыше 550 научных сотрудников, в том числе 5 членов РАН, 78 докторов и 262 кандидата наук. Структура Института включает 58 научных лабораторий и исследовательских групп. По результа-

там научных исследований последних пяти лет опубликовано около 2000 научных статей и 13 монографий. Институт сотрудничает с более чем 150 университетами, институтами и промышленными центрами в России и за рубежом, принимает активное участие в организации различных конференций, симпозиумов и семинаров, прежде всего в области металлоорганической и элементоорганической химии, таких как «Химия фосфорорганических соединений» (1998), «Горизонты органической и металлоорганической химии» (1999), «XI Международная конференция по химии бора, IMEBORON-XI» (2002), «Новые направления металлоорганической химии и катализа» (к 80-летию М.Е. Вольпина, 2003).

Представленные в данном выпуске журнала статьи отражают некоторые из отмеченных выше направлений научных исследований института.

Обзор А.З.Крейндлина и М.И.Рыбинской «Катионные и нейтральные комплексы переходных металлов с тетраметилфульвеновым или триметилаллилдиеновым лигандом» посвящен систематизации литературных данных по синтезу, химическим свойствам и строению комплексов переходных металлов с тетраметилфульвеновым или триметилаллилдиеновым лигандом, которые образуются в процессах термоллиза, фотолиза, редокс-превращений и взаимодействия с сильными основаниями соединений-предшественников — циклопентадиенильных комплексов этих металлов. Предложены структуры этих комплексов и приведено их квантово-химическое описание.

Обзор В.И.Брегадзе с сотр. «Реакции замещения при атомах бора в металакарборанах» обобщает данные по реакциям замещения в 10–12-вершинных металакарборанах, наиболее исследуемых в настоящее время. Обсуждены возможные механизмы реакций и влияние металлофрагмента на положение замещения в полиэдре.

Данные структурных исследований фуллереновых производных дифракционными методами приведены в обзоре И.С.Неретина и Ю.Л.Словохотова «Кристаллохимия фуллеренов», в котором проанализированы особенности строения кристаллов этого типа соединений. Впервые выявлены общие закономерности строения молекул и кристаллов в данном классе соединений — одном из наиболее сложных для исследования дифракционными методами.

Обзор С.В.Виноградовой и В.А.Васнева «Тенденции развития поликонденсации и конденсационных полимеров» обобщает новые области развития методов поликонденсации. Подробно рассмотрены основные принципы макромолекулярного дизайна конденсационных полимеров, проанализированы новые перспективные разработки конденсационных полимеров.

В обзоре П.М.Валецкого и сотр. «Наноструктурированные полимерные системы как нанореакторы для формирования наночастиц» подробно рассмотрены способы получения полимерных нанокомпозитов, содержащих наночастицы, — блок-сополимеры, дендримеры, нанопористые полимеры, комплексы полиэлектролитный гель-ПАВ, многослойные пленки, образованные нанесением противоположно заряженных полиэлектролитов и некоторые другие. Описаны различные свойства наноструктурированных полимерных нанокомпозитов.

Объем настоящего номера, конечно, не позволяет представить все основные направления исследований Института. Интересующиеся могут получить более полную информацию об институте на сайте <http://www.ineos.ac.ru>.

Академик Ю.Н.Бубнов,
директор ИНЭОС РАН