

В. И. БУХТИЯРОВ

# ИНСТИТУТ КАТАЛИЗА СО РАН: от фундаментальной науки — к коммерческому продукту



Для новосибирского Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН 2018 год стал особенным. В июне этому, по словам Председателя Сибирского отделения РАН академика В. Н. Пармона, «сильнейшему в стране институту физико-химического профиля и самому крупному по численности химическому институту в России» исполнилось 60 лет со дня образования, что было отмечено праздничными мероприятиями, на которые съехались гости со всего мира. А в апреле этого же года сотрудники института поздравляли с юбилеем и самого академика Пармона, который в течение 20 лет успешно руководил флагманом российского катализа. В интервью журналу «НАУКА из первых рук» нынешний директор ИК СО РАН, академик В.И. Бухтияров, рассказал о современных исследованиях на стыке наук, которые ведутся в институте, о перспективе отечественных катализаторов в российской нефтегазоперерабатывающей отрасли, а также о возможностях, которые откроет перед химиками-каталистами строительство в Новосибирске установки класса «мегасайнс» – междисциплинарного центра синхротронного излучения «СКИФ»

**БУХТИЯРОВ Валерий Иванович** – действительный член Российской академии наук (2016), д. х. н., директор Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск), профессор (2003), специалист в области физико-химии поверхности, гетерогенного катализа и функциональных наноматериалов. Автор и соавтор более 250 научных работ и 15 патентов на изобретения

*Ключевые слова:* катализ, синхротрон, нефтепереработка, возобновляемые источники энергии, импортозамещение.

*Key words:* catalysis, synchrotron, oil processing, renewable energy sources, import phase-out

© В.И. Бухтияров, 2018

А вот выбор в пользу катализа делал уже самостоятельно. Студентам 2–3 курсов, которые приходят к нам на кафедру катализа и адсорбции НГУ, я всегда говорю, что если они до сих пор не определились, к чему больше лежит душа – к неорганической или органической химии, материаловедению или химии твердого тела, то пусть смело выбирают катализ – науку междисциплинарную. Именно эта возможность заниматься самыми разными областями химии во многом определила мой собственный выбор. А еще меня привлекла сама атмосфера в лаборатории металлических катализаторов, где занимались «наукой о поверхности» (*surface science*) и куда я попал на экскурсию третьекурсником. Это был чисто мужской коллектив, и работа с металлом показалась мне очень «мужской». Именно *surface science* и стала моей первой любовью в науке.

## В мире катализа

Еще академик Г.К. Боресков, выдающийся химик и организатор нашего института, говорил, что катализаторы и реакционная среда – это единое целое. Реакционная среда «подстраивает» под себя катализатор, а катализатор, в свою очередь, меняет реакционную среду, трансформируя реагенты в продукты реакции. Поэтому, если изучать катализатор вне реакционной среды, нельзя получить полной картины процессов, происходящих на его поверхности в ходе реакции. Раньше, когда ученые только подбирались к изучению так называемых *адсорбционных комплексов*, т.е. собственно структуры поверхности и ее влияния на активацию реагентов химической реакции, исследования велись в высоком вакууме. Эта тенденция, начавшаяся в 1970-е гг., просуществовала вплоть до середины 1990-х гг. На рубеже столетий методы исследования в высоком вакууме начали сменяться методами, позволяющими изучать поверхность катализаторов уже непосредственно в ходе реакции.

Исследования *in situ*, т.е. в сам момент протекания химической реакции, представляют в наши дни одно из приоритетных направлений в катализе и часто используются в качестве обоснования при решении о развитии объектов мегасайнс, таких как источники синхротронного и нейтронного излучений. Именно поэтому Институт катализа принимает самое активное участие в продвижении проекта междисциплинарного центра синхротронного излучения «СКИФ», который будет построен в Новосибирске. Этот мощный источник синхротронного излучения позволит широко развивать физические методы, в том числе и поверхностно-чувствительные. То, что современный центр синхротронного излучения будет строиться у нас, увеличит престиж науки, «сделанной» в Сибири.





Профессор К. Миродатос (Институт исследований катализа и окружающей среды, Лион, Франция) и академик В. Н. Пармон (справа) на праздновании юбилея Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН

Еще один мировой тренд на стыке наук – катализ в органической химии. Огромное количество материалов – продуктов малотоннажной или полимерной химии – сегодня используется в производстве и быту, делая более комфортной жизнь человека. Одежда, лекарства, домашние приборы, технические устройства – все это произведено с применением каталитических технологий. И этот перечень можно продолжать практически бесконечно.

Конечно, материалы малотоннажной химии можно производить как каталитическими, так и некаталитическими способами. Преимущество первого способа в том, что он позволяет «управлять» самой структурой производимых материалов, которая во многом и определяет их свойства. К примеру, с помощью катализаторов можно получить волокна сверхвысокомолекулярного полиэтилена высокой плотности. Бронезилеты из такого материала обеспечат эффективную защиту, при этом вес их существенно уменьшится.

Кроме того, использование катализаторов в органическом синтезе позволяет увеличить выход нужного вещества, что одновременно означает уменьшение выхода побочных, часто небезопасных продуктов. Недаром каталитический способ производства химической продукции входит в список 12 принципов «зеленой химии», которыми сегодня нужно руководствоваться при создании химических технологий. Существуют два вида катализа: *гомогенный*, когда катализатор и реагирующие вещества находятся в системе в одном фазовом состоянии (например, жидком), и *гетерогенный*, при котором катализатор находится в виде самостоятельной фазы. Задача нашего века для гетерогенного катализа, который является существенно

более технологичным, чем гомогенный, – повышение селективности каталитических реакций, что позволит уменьшить производство побочных, зачастую ненужных и даже вредных веществ.

## Нефть – наша, катализаторы – ?

Как известно, запасы нефти Западной Сибири истощаются, поэтому в будущем большую роль будут играть восточносибирские месторождения, нефть из которых имеет другой состав. Появляются новые задачи, в том числе и перед химиками-каталиками.

Это связано с тем, что в современной нефтепереработке и нефтехимии 90% технологий – каталитические. Сырая нефть, прежде чем стать пригодной, к примеру, для заправки автомобиля, разгоняется на отдельные фракции – бензиновые или дизельные. Суть этой перегонки – удаление тяжелых углеводородов, после которого октановое число бензиновой фракции доходит до 60. Чтобы повысить октановое число до 92 или 95, необходимо перестроить скелет углеводородных молекул, полученных из нефти. Для этого используются такие процессы, как реформинг, изомеризация, алкилирование. Все эти процессы, а также крекинг, в результате которого происходит деление длинноцепочечных углеводородов на более короткие, работают на основе катализаторов. Кстати, первые работы по каталитическому крекингу были начаты еще более полувека назад выдающимся российским химиком В. Н. Ипатьевым.

Другой пример активного использования каталитических технологий – процессы защиты окружающей среды. Сегодня, чтобы уменьшить вредное воздействие на окружающую среду, европейские стандарты строго регулируют содержание вредных веществ в выхлопных газах автомобильных двигателей, и стандарты эти постоянно ужесточаются. Соответственно постоянно идет поиск новых катализаторов для нейтрализации выхлопных газов и технологических подходов к нефтепереработке с целью получения экологичного топлива. Если мы не будем этим заниматься, то наши производители будут вынуждены использовать импортные катализаторы и технологии, как это повсеместно сейчас и происходит.

За последние 10–15 лет импортная составляющая в отрасли, где используются катализаторы, значительно выросла по сравнению с советскими временами, когда в промышленности использовались только отечественные катализаторы. К примеру, некоторые процессы нефтеперерабатывающей отрасли, начиная с 1990-х гг. и до настоящего времени, работают практически только на импортных катализаторах. Еще один грустный пример: в 2018 г. наша страна будет полностью закупать за рубежом катализаторы полимеризации, которые

используются при производстве всех полиолефинов, включая такие многотоннажные, как полиэтилен и полипропилен. Связано это с тем, что весь мир переходит на более экологичные бесфталатные катализаторы, которые промышленно у нас пока не производят, хотя отечественные разработки в этой области существуют.

Что же касается крекинга, то здесь ситуация лучше: почти 80% всех катализаторов, которые используются для этих процессов, отечественного производства. И это благодаря тому, что омский Институт проблем переработки углеводорода (ИППУ) СО РАН вместе с Омским нефтеперерабатывающим заводом, входящим сегодня в структуру «Газпром нефти», постоянно занимаются усовершенствованием этих катализаторов. В целом же «вилка» по импортозамещению катализаторов сегодня широка: от 0 до 100% в зависимости от области применения.

Кстати, помимо нефти и газа, есть и возобновляемые источники энергии: от древесины до быстрорастущего многолетнего злака мискантуса, набирающего популярность в научном мире. Переработка такого сырья – также очень важное направление в катализе, и работать с ним проще и эффективнее, чем с нефтяным.

## Партнер – ключ к внедрению

Еще не так давно коммерческие компании в России вообще не интересовались работами НИИ, их пугал долгий путь от разработки до практического внедрения. Сейчас эта связь между академическими институтами и промышленниками, потерянная с развалом СССР, начинает восстанавливаться.

Но сам процесс внедрения действительно требует больших усилий и ресурсов, в том числе финансовых. Даже наш немаленький институт не может с этим справиться в одиночку. Поэтому в этот процесс обязательно должны быть вовлечены отраслевые институты и инженеринговые компании. Другим решением проблемы может быть взаимодействие с крупным отечественным бизнесом. Год назад мы подписали соглашение о сотрудничестве с российской компанией «Газпром нефть» – действительно инновационной компанией, которая совместно с учеными пытается превратить отечественные фундаментальные разработки в реальный коммерческий продукт. Это сотрудничество уже дало свои плоды. Так, компания «Газпром нефть» приняла решение о строительстве к 2020 г. в Омске завода, где планируется ежегодно производить более 21 тыс. тонн катализаторов для нефтегазовой отрасли на базе разработок ИК и ИППУ СО РАН.

**ПАРМОН Валентин Николаевич – действительный член Российской академии наук, д. х. н., научный руководитель Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН (Новосибирск), заведующий кафедрой физической химии факультета естественных наук Новосибирского государственного университета. Директор Института катализа им. Г. К. Борескова в 1995–2014 гг. Председатель СО РАН с 2017 г.**

**Автор и соавтор более 800 научных работ, включая 7 монографий, 7 учебников для вузов и более 100 авторских свидетельств и патентов**



В 2018 г. вместе с коллегами с предприятия «Экоальянс», созданного на базе завода автомобильных катализаторов «УЭХК» в Новоуральске (Свердловская обл.), и коллегами из Уральского федерального университета мы выиграли очень крупный проект Министерства образования и науки, посвященный исследованию и производству катализаторов дожигания нового поколения. Такие катализаторы способствуют утилизации угарного газа и окиси азота, дожигая несгоревшие углеводороды до углекислого газа и воды.

Мы внимательно следим и за тенденциями в области преобразования солнечной энергии в химическую. Сегодня энергетика, основанная на возобновляемой «зеленой» энергии, очень актуальна. Снова одна из главных проблем, которая до конца не проработана, – неравномерность поступления такой энергии – может быть решена каталитически. Нужно организовать процесс «собираения» и запасаения такой энергии в солнечные дни для ее последующего расходования ночью или в пасмурные дни. Можно это сделать в виде энергии химических связей, чтобы потом, при пиковых нагрузках, тратить. Наш институт совместно с московским Институтом нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева РАН и Московским физико-техническим институтом недавно выиграл грант на реализацию проекта

по запасанию солнечной энергии через цикл каталитического гидрирования-дегидрирования.

### Да будет «СКИФ»!

В чем важность специализированного источника синхротронного излучения, который будет построен в новосибирском Академгородке? Строго говоря, подобный центр здесь существует уже более 30 лет – это рабочие станции на электрон-позитронных накопителях ВЭПП-3 и ВЭПП-4 в Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН. Хотя в первую очередь они предназначены для фундаментальных работ физиков-ядерщиков, ученые из других институтов Сибирского отделения могут использовать создаваемое при движении электронов по круговой орбите синхротронное излучение для своих исследований.

Правда, существует и другой способ поработать с СИ – написать заявку в один из международных центров во Франции, Германии, Японии или Корее. В СО РАН уже давно сформировался своего рода «пользовательский клуб СИ», члены которого постоянно выезжают за границу для подобной работы. С точки зрения международного сотрудничества это плюс, минус же состоит в том, что все поданные заявки

конкурируют между собой. К примеру, наша лаборатория получает одобрение только на каждую четвертую заявку, а это значит, что мы теряем время.

Преимущества появления в России современных источников СИ очевидны, как и выбор Академгородка под Новосибирском в качестве плацдарма – где еще, если не здесь? Ведь рядом есть знаменитый на весь мир ИЯФ СО РАН с его огромным опытом в создании оборудования для источников синхротронного излучения. К стати говоря, «ияфовские» компоненты в подобном оборудовании стоят по всему миру. Как говорят наши немецкие коллеги, оборудование, поступающее из ИЯФ, можно просто ставить и сразу начинать работу, тогда как даже немецкое оборудование приходится еще доводить «до ума». Было бы неразумно не воспользоваться имеющимися возможностями.

Важно и то, что интерес к СИ у наших ученых высок. Это значит, что мы сможем не только реализовать проект физически, но и обеспечить рабочие станции опытными пользователями – осознанное строительство и осознанная эксплуатация. Я уверен, что новосибирский Академгородок – это единственное место в России, где строительство междисциплинарного центра СИ будет быстрым и качественным. Так думаю не только я: именно благодаря консолидированной позиции ученые СО РАН смогли получить от президента РФ одобрение проекта.

На праздновании 60-летия института ко мне подошли коллеги из Москвы, Санкт-Петербурга, Германии, предлагали свою помощь в экспертизе этого проекта, его реализации. Такой интерес отечественных и зарубежных ученых к нашему проекту еще раз доказывает важность создания нового центра коллективного пользования СИ как части мировой научной инфраструктуры.

#### Литература

Белашева И. П. *Глобальная энергия. Книга о людях, изменивших мир*. М.: Эдитус, 2017. С. 309–318.

Боресков Г. К. *Гетерогенный катализ*. М.: Наука, 1986. 304 с.

Сотрудники Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН на празднике, посвященном юбилею института

