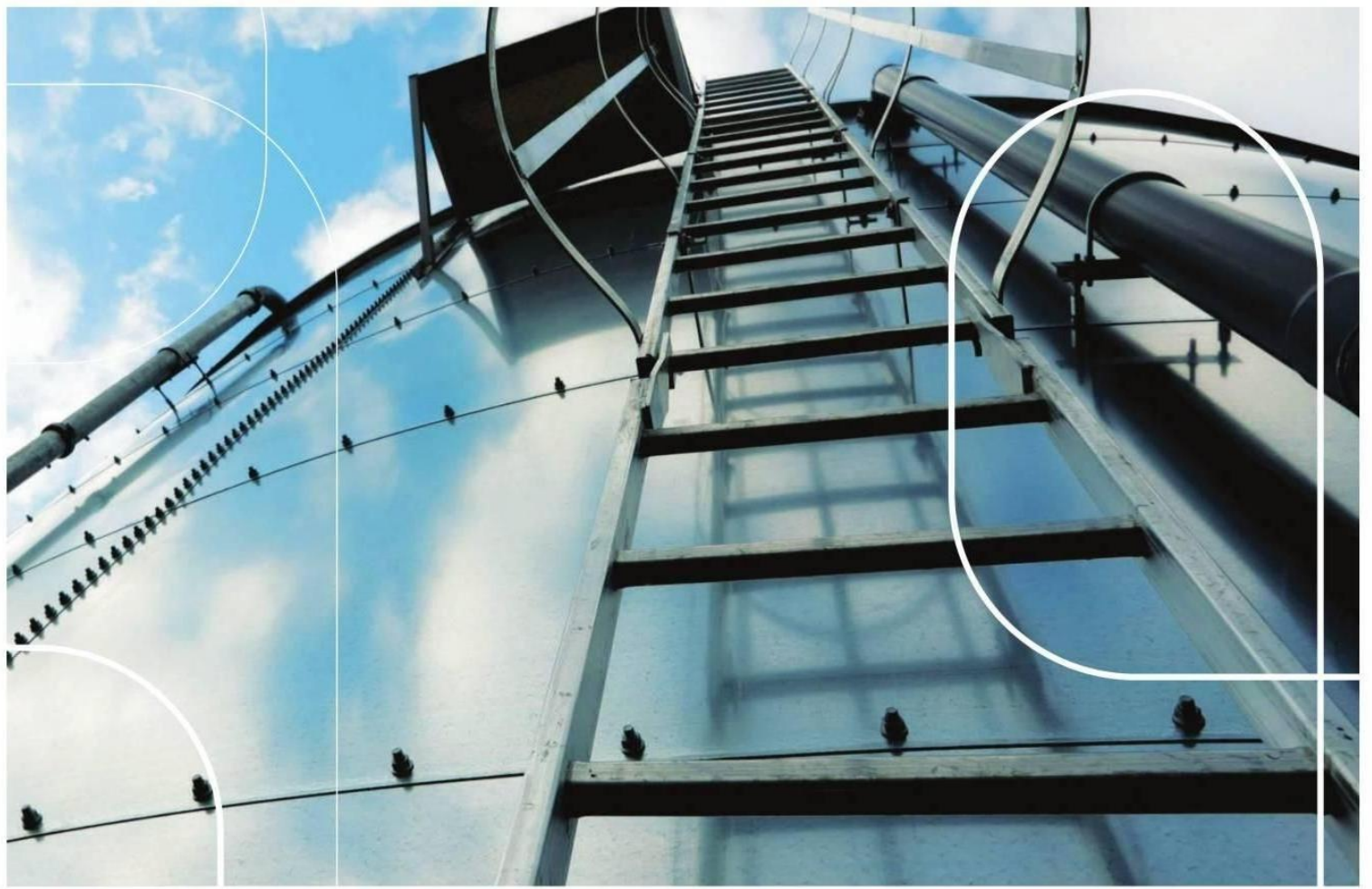


Практическая химия Института катализа

Промышленник и ученый
часто разговаривают на разных
языках и друг друга не понимают,
нужен «переводчик»





Член-корреспондент РАН **Валерий Иванович Бухтияров** в прошлом году стал директором Института катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН. Ему удастся совмещать любовь к фундаментальным исследованиям с миссией инженера-менеджера, без которой управление такой организацией просто невозможно. Об Институте катализа, с которым связана практически вся его научная жизнь, Валерий Иванович говорит с увлечением и, предупреждая первый вопрос, начинает разговор именно о нем.

— Институт катализа СО РАН недаром носит имя Георгия Константиновича Борескова. Это был человек, в равной степени соединявший в себе таланты выдающегося ученого и не менее выдающегося инженера-химика, создавшего во время Великой Отечественной войны сернокислотную промышленность Советского Союза. В основе технологии лежит каталитический процесс окисления сернистого ангидрида в серный. В 1958 г. прошел пленум ЦК КПСС, принявший постановление о химизации страны. Георгию Константиновичу по его просьбе было разрешено создать институт, который бы занимался катализом во всем его многообразии. Так появился первый в мире Институт катализа. Именно в это время формировалось Сибирское отделение Академии наук. В Новосибирском Академгородке было создано несколько институтов различного профиля — от естественно-научных до гуманитарных. В эту концепцию, а также в концепцию опережающего развития химии хорошо вписался Институт катализа. Дух его определился личностью Борескова — он заложил в него принцип совмещения науки и практики и создал при нем опытный химический цех, который работает до сих пор и сейчас называется «Научно-технологический отдел прикладного катализа».

— На сайте вашего института сказано, что катализ, применяемый в промышленном производстве, дает более 15% ВВП России. Однако в развитых странах этот процент как минимум в два раза выше. Чем это объясняется?

— Прежде всего, величиной глубины переработки нефти, которая у нас в стране не превышает в среднем 75% при 92–93% в развитых странах. Отечественная нефтяная промышленность тоже сейчас меняется, идет постоянное увеличение этой цифры, и 15% ВВП — это данные двух-трехлетней давности.

Такая зависимость ВВП от катализа объясняется в первую очередь тем, что нефтепереработка — это крупнотоннажные процессы, построенные на использовании каталитических технологий, и любое увеличение использования этих технологий напрямую приводит к увеличению ВВП. Дело в том, что при разгонке нефти (первичной стадии нефтепереработки) можно получить разные фракции, но ни одна из них не может быть использована напрямую. Для бензиновой фракции, например, октановое число, выгнанное из нефти, хотя и варьируется от месторождения к месторождению, в принципе не превышает 60–65. Суть октанового числа заключается в следующем: чем оно выше, тем менее взрывоопасна смесь содержащихся углеводородов и тем более высоким будет КПД двигателя внутреннего сгорания. На заправках мы заливаем бензин с октановым числом 95–98. Для того чтобы увеличить октановое число, применяются разного типа каталитические процессы, основной и наиболее масштабный — реформинг, при котором из длинноцепочечных углеводородов, линейных парафинов, которые как раз и имеют то самое октановое число 60–65, нам необходимо сделать либо ароматические, либо разветвленные углеводороды, у которых октановое число выше.

— Какие наиболее интересные последние достижения института вы можете назвать?

— Наш институт академический. Мы активно работаем и в области фундаментальных наук, и в области практического применения получаемых знаний. В этом и была идея Георгия Константиновича. Это не просто фундаментальные исследования процессов в органической или неорганической химии или в химии твердого тела, это своеобразный междисциплинарный проект, где встречаются все эти области плюс технологии и материаловедение. Поэтому по мере роста и развития института сюда



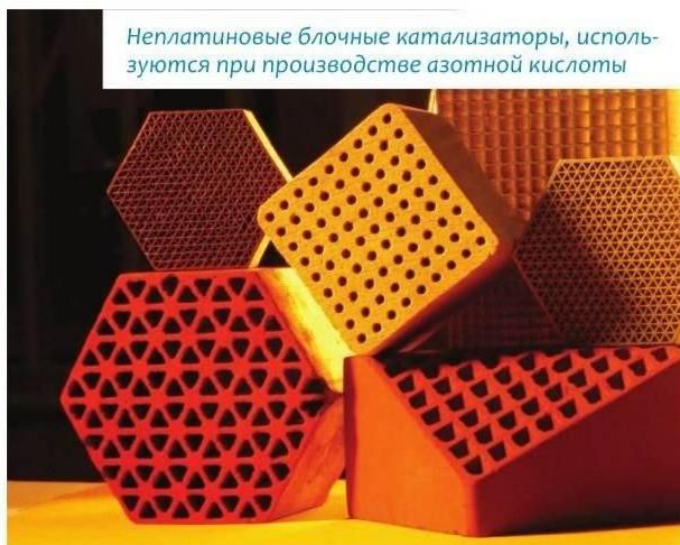
Лаборатория в Институте катализа им. Г.К. Борескова СО РАН

приходили люди самых разных научных специальностей, здесь они обучались, воспитывались, и в результате родился уникальный междисциплинарный коллектив. В настоящий момент в институте работает чуть менее тысячи человек. Это достаточно много. Эти люди одновременно работают и на фундаментальную науку, и на прикладную. Наш институт — один из самых крупных химических институтов России.

Если говорить о фундаментальной науке, сейчас в моде тенденция рейтингования по индикаторам — количеству публикаций, цитирований, по импакт-фактору журналов, в которых мы публикуемся, и, самое последнее, по индексу Хирша. По всем этим параметрам Институт катализа попадает в десятку или двадцатку лучших научных организаций страны. Это связано с тем, что он вовлечен в процесс получения фундаментальных знаний о различных областях катализа и проявлениях каталитических процессов. В этом был замысел Г.К. Борескова — чтобы на основании знаний, которые мы получаем сами или из литературы, можно было бы предлагать новые идеи по улучшению существующих типов катализаторов или разработке принципиально новых. Подобными разработками мы тоже достаточно активно занимаемся, хотя это более сложный процесс. Мы вынуждены кооперироваться с проектными или инженерными центрами, отраслевыми институтами, сеть которых, к сожалению, в настоящий момент сильно уменьшена и во многом разрушена за счет реформ 90-х гг. прошлого столетия, а в итоге — с конечными производителями катализаторов и каталитических процессов.

Если говорить о некоторых данных, полученных за прошедший год, нами в сотрудничестве с партнерами созданы новые катализаторы гидроочистки, которые разрабатывались нашим институтом на протяжении последних четырех-пяти

Неплатиновые блочные катализаторы, используются при производстве азотной кислоты



лет. Результатом стала постановка катализаторов в производство. Было наработано 40 т катализатора, которые были загружены на нефтеперерабатывающем заводе в Омске. Намечаются пути дальнейшего улучшения этого катализатора.

Это целиком отечественный катализатор, и этим можно гордиться. Начиная с 1990-х гг. вся нефтеперерабатывающая отрасль активно закупала западные технологии катализаторов, но сейчас Россия попала под санкции, с закупкой импортных технологий возникли большие проблемы, потребовалось импортозамещение, потребовались отечественные катализаторы, которые должны работать на том же уровне, что и импортные. Катализатор, созданный в лабораториях нашего института, соответствует уровню лучших мировых компаний. Его качество подтверждено международной сертификацией, в некоторых процессах он лучше мировых, в некоторых не уступает, а в некоторых, бывает, и похуже, но ненамного. Что касается его внедрения в промышленность, намечены пути его доведения до самых высоких стандартов. Мы знаем, что нужно изменить, но это уже эксперименты на уровне не лаборатории, а производства, которые невозможны без наших промышленных партнеров.

Переход от пробирки к промышленному производству дается пока с трудом, требует дополнительных знаний и длительных экспериментов. Здесь нужно решение, которое невозможно без нашего партнера — конечного заказчика. Реально это его риски, он должен финансировать такую модификацию. Наши сотрудники представляют себе, как устроен химизм процесса, какие элементарные стадии протекают на катализаторах, какие из центров должны быть вовлечены. Затем это все трансформируется нашими коллегами инженерами-технологами в конечную технологическую цепочку.

Еще одно из наших последних достижений — работа для компании «Газпромнефть-Восток». Недавно они сообщили об успешном завершении

тестовой эксплуатации нашей установки мягкого парового реформинга, когда попутный нефтяной газ переводится в метан. В обычных попутных нефтяных газах кроме метана в разных концентрациях присутствуют так называемые «жирные» газы — этан, пропан, бутан и др. Они тяжелее метана и не позволяют попутным нефтяным газам быть использованными в энергетике, поскольку приводят к быстрому выводу из строя газовых турбин и другого оборудования. Совместно с нашими партнерами из Санкт-Петербурга (у нас там есть малое дочернее предприятие ООО «БИ АЙ Технологии») мы разработали установку, реактор с нашим катализатором, который позволяет как минимум 95% попутного нефтяного газа превратить в метан, и этот метан уже может быть использован.

Смысл этой разработки в том, что она может быть применена на удаленных месторождениях и там, где идет их разработка. Им тоже нужна энергогенерация, и такая установка позволяет решить очень много проблем — обеспечить собственную энергетику, избавиться от выбросов. Сейчас идут переговоры с головным офисом Газпрома в Санкт-Петербурге о создании по крайней мере одного такого промышленного производства. Здесь мы выходим на промышленное производство с очень большими перспективами.

— Иначе говоря, ваш катализатор позволит избавиться от факелов — главного признака нефтяной скважины, если верить телевизору?

— Говорить об этом несколько преждевременно. Такое возможно, если это рентабельно, иначе говоря, если есть промышленные масштабы производства и недалеко находится перерабатывающий завод, если все это можно объединить с разных месторождений. А там, где это нерентабельно, где попутный нефтяной газ просто сжигают, может помочь наша технология. На Западе тоже с этим работают, но у нас достаточно много попутного газа — это природная особенность наших нефтяных месторождений.

— Вы ведь разрабатываете катализаторы не только для нефтехимии?

— Конечно! У нас, например, есть катализаторы так называемого азотного цикла. Как известно, без азотных удобрений человечество не могло бы рассчитывать на такой резкий рост населения, который произошел. К началу прошлого века единственное месторождение связанного азота в виде селитры — соединения, используемого в качестве удобрения напрямую, — было в Чили. Чилийская селитра тогда продавалась по всему миру. Но к началу XX столетия месторождение стало исчерпываться и селитры стало недостаточно, начала ощущаться нехватка азотных удобрений и возникла потребность в их создании.

С одной стороны, азота много — в воздухе его 78%. Но молекулярный азот — безжизненный газ,

его название так и переводится с древнегреческого (отрицательная приставка «а» и «зот» от «зой» — «жизнь»), а нужен связанный азот. Начало производству азотных удобрений дали два революционных открытия немецких ученых, один из которых (Фриц Габер) показал, что водород и азот можно каталитически превращать в аммиак, а второй (Карл Бош) предложил серьезное улучшение технологического оформления этого процесса, за что каждый из них был удостоен отдельной Нобелевской премии (в 1918 г. и в 1931 г.). Для того чтобы водород начал взаимодействовать с азотом, надо получать водород, но в свободном виде его нет. Электролиз воды слишком дорог, поэтому его берут из природного газа. И там идет целый набор реакций, чтобы очистить водород от всего, от чего только можно. Наши сотрудники разработали ряд катализаторов для среднетемпературных конверсий и очистки газа от кислородсодержащих загрязнений. Они были успешно испытаны на Ангарском заводе органического синтеза и катализа.

Представляется интересной и наша разработка для получения азотной кислоты. Для того чтобы окислить аммиак до азотной кислоты, во всем мире используются платино-родиевые сетки. Разработка нашего института — катализаторы второго слоя. Это железосодержащие монокристаллические блоки, которые позволяют удалить часть сеток и тем самым уменьшить загрузку платины в реактор, соответственно снизив ее «унос», — ведь при высоких давлениях и температурах платина корродирует и теряется безвозвратно. Сегодня практически все наши заводы, которые окисляют аммиак в азотную кислоту, используют в качестве второй сетки наши катализаторы.

— Ваш институт академический. Какие фундаментальные исследования ведутся?

— Это область моих интересов. Приведу пример. Мы живем в атмосфере, где 21% кислорода. В такой атмосфере реакция полного окисления углеводородов, а также аминокислот и белков, из которых состоит человеческое тело, с термодинамической точки зрения самопроизвольная. Мы все сгорели бы, но, к счастью для нас, существует активационный барьер реакции (кинетический фактор). Имеется энергия активации, и если она достаточно большая, реакция не протекает. В нашем случае реакция полного окисления не протекает ни с белками, ни с аминокислотами. Причина этому — запрет по спину. В молекулах субстратов все связи синглетны, молекула же кислорода, к счастью для нас, триплетна. Вследствие запрета по спину триплет и синглет между собой не взаимодействуют или взаимодействуют очень плохо. Но это «очень плохо» иногда требуется превратить в «очень хорошо», т.е. отнять у молекулы кислорода ее триплетность и тем самым заставить ее входить в запретные для нее реакции.



Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН

Задача катализа состоит в том, чтобы активировать кислород более мягким образом, чтобы он стал реакционно способным. Не обязательно в таком простом процессе, как сжигание до CO_2 и воды, а в селективном окислении, например в превращении метанола в формальдегид и многих других реакциях получения ценных химических продуктов. Процессы активации кислорода изучаются у нас в институте, и достигнуты серьезные успехи: например, мы выяснили, что чем сложнее молекулы субстратов, тем при более мягких условиях должен быть активирован кислород. Мы работаем над этим вместе с нашими коллегами из Института органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН в Москве. Для таких мягких метаморфоз используется катализ в органическом синтезе с атомарной точностью.

— Какие перспективы у института?

— Наша цель — серьезнее «вклинуться» в развитие отечественной экономики. Задача не из простых, но выполнимая. Промышленник и ученый часто разговаривают на разных языках и друг друга не понимают, нужен «переводчик». Результатам с маленьким количеством вещества «в пробирке» промышленник не доверяет, а когда есть несколько килограммов или десятков килограммов, он им уже верит намного больше. В настоящий момент именно в СО РАН, где есть Институт ядерной физики, Институт физики полупроводников, Институт цитологии и генетики, наш институт, которые в подобных «переводчиках» нуждаются меньше других, сохраняется возможность доведения научного результата до масштаба практического использования. Мне кажется, по большому счету складывается ситуация, при которой нет другой серьезной силы, кроме академических институтов, которая позволила бы связать разработки и внедрение. Создаются технопарки, инновационные парки, центры, но без академических институтов у них ничего не получится. Для сохранения



Валерий Иванович Бухтияров,
член-корреспондент РАН, директор
Института катализа СО РАН (Новосибирск)

нашего внедренческого потенциала необходимо активное развитие фундаментальных исследований, что мы и пытаемся делать в Институте катализа им. Г.К. Борескова СО РАН. ■

Беседовал Владимир Покровский

СПРАВКА

Валерий Иванович Бухтияров

- Ученый секретарь СО РАН, директор Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, доктор химических наук, профессор.
- Родился в Новосибирске.
- Окончил с отличием Новосибирский государственный университет по специальности «химик».
- Вся трудовая деятельность связана с Институтом катализа им. Г.К. Борескова.
- С 2002 по 2015 г. работал заместителем директора института по научной работе.
- Автор свыше 120 научных работ и четырех патентов.
- Сфера научных интересов: изучение элементарных химических процессов на поверхности твердых тел, в том числе с использованием современных физических методов *in situ*, установление взаимосвязи «структура — активность» в гетерогенных катализаторах, разработка способов управляемого синтеза функциональных наноматериалов для каталитических приложений.