

В. Н. ПАРМОН

Волшебство КАТАЛИЗА



Ключевые слова: катализаторы, фотокатализ, химический инжиниринг, каталитические процессы, водородная энергетика, биоразлагаемые полимеры
Key words: catalyst, photocatalysis, chemical engineering, catalytic process, hydrogen energy, biodegradable polymers

«Государственная премия РФ – это, безусловно, высшая российская награда, которой может удостоиться ученый, но я воспринимаю свой успех как успех и заслугу всего института, и, конечно, моих предшественников. В отличие от Ленинских премий, которые присуждали за конкретную работу, Государственная премия РФ – «интегральная»: высокой оценки удостоена в совокупности вся работа по новым видам топлива, новым методам преобразования энергии, которую мы в Институте катализа СО РАН проводили с конца 1970-х. Отсюда и привкус досады: к сожалению, премия присуждается одному лицу, а на самом деле у нас в институте работает 1300 человек...»

Ученые в России всегда считали себя государственными людьми. Наша обязанность – смотреть вперед, ведь для практической реализации даже самой перспективной идеи часто требуются десятилетия. Первая точка на этом пути – научная экспертиза состоятельности идеи, то, что сейчас называют фундаментальными ориентированными или поисковыми исследованиями; конечная – демонстрационные испытания: в задачу академических институтов не входит непосредственное внедрение разработок в производство.

В этом смысле Институт катализа уникален – подобных ему академических организаций в стране нет. У нас есть объект, который мы можем довести до непосредственного промышленного использования. Катализаторы – это настоящая «волшебная палочка» для химиков, с помощью которой из одного вещества можно получить другое. Но просто сделать волшебную палочку мало – нужно создать условия, чтобы она работала. Здесь мы вторгаемся в сферу между наукой и производством, которую сейчас называют химический инжиниринг – когда химик начинает мыслить уже не только как ученый, но и как инженер.

Мы одновременно занимаемся изучением каталитических процессов и разработкой новых катализаторов, т. е. фундаментальными и прикладными исследованиями. Эти направления работы были четко заданы с самого начала первым директором института, академиком Г. К. Боресковым.

К сожалению, даже в Сибирском отделении не все понимают нашу специфику, считая нас «прикладниками». На самом деле цитируемость Института катализа за последние 4 года выше, чем у остальных химических институтов России – это объективный показатель уровня наших фундаментальных исследований. Притом что у нас действительно очень много прикладных работ, в том числе и тех, которые не имеем права публиковать. Не говоря уже о трех собственных опытно-промышленных производствах в Омске и Волгограде.

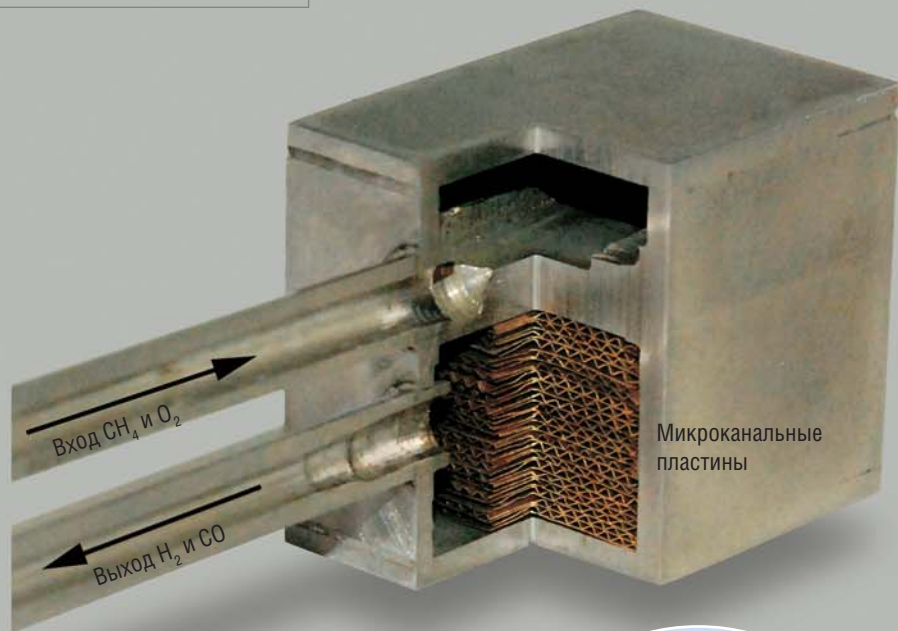


ПАРМОН Валентин Николаевич – академик РАН, доктор химических наук, директор Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН (Новосибирск). Председатель Объединенного ученого совета по химическим наукам СО РАН, председатель Научного совета по катализу РАН. Представитель России в Европейской федерации каталитических обществ (EFCATS) и Международной ассоциации каталитических обществ (IACS). Сфера научных интересов: разработка и исследование катализаторов и каталитических процессов, в том числе используемых для преобразования и аккумулирования различных видов энергии; катализ и фотокатализ; роль биогенных каталитических процессов в происхождении и становлении биосферы. Награжден орденами Почета (1999) и «За заслуги перед Отечеством» IV степени (2007), медалью Франциска Скорины Республики Беларусь (2009), лауреат премии за инновации в катализе EFCATS (2005). Организатор и главный редактор журналов «Химия в России» и «Катализ в промышленности», российский региональный редактор международного журнала «Reaction Kinetics and Catalysis Letters». Автор и соавтор более 400 научных публикаций, 5 монографий и 5 учебников для вузов, а также более 80 авторских свидетельств и патентов

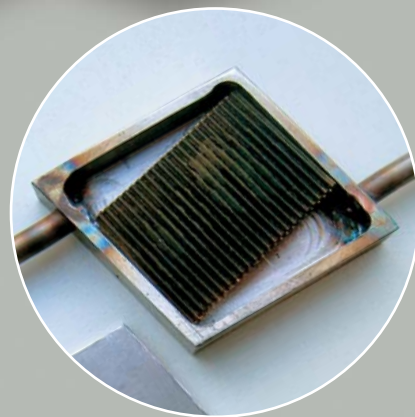
Объем микроканальных пластин этого реактора для паровой конверсии метанола, всего 3.7 см³.
Производительность по водороду при температуре 450 °С – 33.6 л/ч.
Разработка ИК СО РАН

ФАБРИКИ ВОДОРОДА

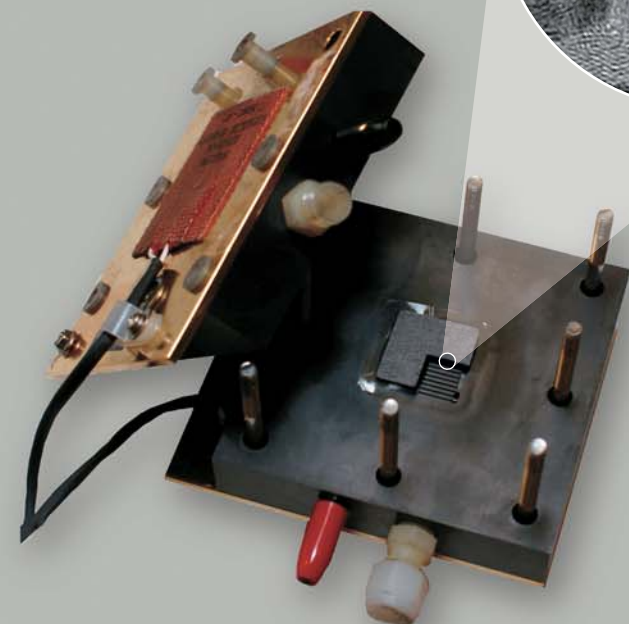
Одно из перспективных направлений в энергетике – топливные процессоры для получения водорода на основе микрореакторов. Эти компактные устройства содержат большое число микроканалов, на стенках которых закреплен катализатор. Для производства подобных устройств требуется решить ряд задач: синтезировать высокоактивные катализаторы, стойкие к высоким температурам и способные долго работать без потери активности; разработать методы надежного закрепления катализатора на стенках канала. Также требуется отладить методику изготовления тысяч и даже миллионов одинаковых каналов с равным количеством катализатора, чтобы повысить производительность и селективность работы прибора



Микрореактор для парциального окисления метана размером 36×26×24 мм³ содержит 500 микроканалов. Производительность по водороду при температуре 840 °С – 375 л/ч.
Разработка ИК СО РАН



В мембранно-электродном блоке этой «ячейки» водородного топливного элемента используется катализатор платина-рутений на углеродном носителе, синтезированный на основе отечественного угля марки «Сибунит» производства Института проблем переработки углеводородов СО РАН (Омск).
Разработка ИК СО РАН



ТОПЛИВНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА

Топливные элементы как источник малой и средней мощности в будущем могут заменить привычные аккумуляторные батареи. Особо следует выделить водородные и прямые метанольные топливные элементы, способные работать при комнатной температуре. Их широкому применению препятствует высокая себестоимость вырабатываемой энергии, что во многом связано с большим содержанием и неэффективным использованием благородных металлов в каталитических слоях мембранно-электродных блоков. Одним из наиболее важных усовершенствований стало применение платиновых катализаторов, закрепленных на углеродных носителях с высокой удельной поверхностью. Исследования сотрудников ИК СО РАН показали, что оптимизация физико-химических свойств носителя, позволяет в несколько раз увеличить эффективность топливных элементов и, соответственно, их мощность на единицу массы благородного металла

Стратегически важно

Для меня все началось 33 года назад, когда мой наставник К.И. Замараев и я, его недавний аспирант, приехали в Новосибирск из Москвы. Как раз в начале 1970-х прошумел очередной нефтяной кризис, что всегда стимулирует интерес к новым источникам энергии. Тогда академик Н.Н. Семенов (кстати, единственный российский нобелевский лауреат по химии) «заразил» нас фантастической по тому времени идеей: осуществить «искусственный» фотосинтез, т.е. солнечную энергию превратить непосредственно в топливо. Вот такой «заряд» был в нас вложен – новые источники энергии, нетрадиционные пути...

Так в 1977 г. мы начали работы по возобновляемым источникам энергии, которые многими тогда воспринимались крайне скептически. Само слово «фотокатализ» считали несерьезным, а сегодня этой теме посвящена треть всех публикаций по катализу. Более того, сейчас в России четыре организации производят специальные устройства для очистки воздуха помещений, работаю-

щие по этому принципу. Так что будущее нашего института я вижу в научной экспертизе идей, пусть и самых неожиданных, которые связаны с использованием каталитических методов в энергетических технологиях и глубокой переработки органических ресурсов.

Почему это важно? Сегодня «волшебная палочка» дает 15% валового национального продукта России. Для сравнения: в США эта доля достигает 35%! Наше отставание обусловлено недостаточным развитием автомобильной промышленности, нефтепереработки. Есть много отраслей, связанных с переработкой сырья, где вообще нет «химии». У нас есть, куда расти – наша «волшебная палочка» имеет стратегическое значение.

До перестройки наш институт фактически выполнял роль министерства в этой области: нам удалось довести долю отечественных катализаторов в промышленности до 97–98%, к настоящему времени эта цифра упала почти вдвое. И во многом это – политика, хотя мы делаем все, чтобы изменить ситуацию.

Вот недавний пример. За полгода буквально «с нуля» мы разработали промышленный катализатор для производства дизельного топлива по стандартам «Евро-4» и «Евро-5». Честно сказать, мы сами удивились, что задача была решена в такие короткие сроки. Алгоритм решения был прост: в институте над задачей стали работать одновременно пять команд, на финиш вышли две, один результат пошел в производство. И это отличные показатели – ведь в науке очень большой фактор риска: на уровне поисковых исследований хорошим считается отношение 1:10.

Привычная нетрадиционность

Как известно, каталитические методы широко применяются при переработке углеводородов, в нефтехимии и других видах химической промышленности. Но запасы нефти и природного газа исчерпаемы. Поэтому сегодня в сферу наших интересов также включены возобновляемые источники энергетического и химического сырья, новые способы получения энергии (например, тот же фотокатализ).

Кстати, отдел, которым я заведу, так и называется – нетрадиционные технологии в катализе (я и химик-то «нетрадиционный» – по образованию инженер-физик в области химии быстропротекающих процессов). И самая «нетрадиционная» наша тема очень фундаментальна – речь идет о роли каталитических процессов в зарождении жизни и даже Солнечной системы. А вообще в институте около шестидесяти подразделений, и каждое работает сразу по нескольким направлениям.

Рассказать можно о многом. Например, о системах для прямого преобразования ионизирующего излучения в топливо. У нас уже были испытаны модели ядерных котлов, где вместо пара, который идет на турбину, с помощью катализаторов сразу получают топливо, которое можно при желании хранить и использовать в нужный момент.

Далее – водородная энергетика: сегодня водород считают самым универсальным и экологически чистым химическим энергоносителем. Для новой энергетике нужны компактные генераторы водорода для топлив-



В рамках совместного проекта ИК СО РАН и НГУ разрабатывается технология получения биодизельного топлива из растительных масел с использованием гетерогенных катализаторов перэтерификации, которая должна снизить себестоимость биодизеля и при этом обеспечивать его качество на уровне самых высоких экологических требований

ных элементов. Мы практически первыми в России начали заниматься этим перспективным направлением. Созданный у нас компактный микроканальный топливный процессор, способный стабильно выдавать 150 л водородосодержащего газа в час, может достойно конкурировать с зарубежными аналогами.

Основная задача лаборатории, занимающейся проблемами производства биотоплив – получение энергоносителей из доступного растительного сырья. Это может быть и древесина, и сельскохозяйственные отходы, даже рисовая шелуха, которой только в России сотни тысяч тонн...

Проблема переработки любого вида биомассы в том, что она представляет собой твердое вещество. Чтобы катализатор заработал, он должен «прикоснуться» к веществу на молекулярном уровне. Для этого биомассу нужно сначала превратить либо в газ, либо в жидкость. У нас в институте уже разработан первый российский агрегат, превращающий опилки в жидкость, похожую на деготь. Чтобы облагородить полученную «бионефть», из нее надо удалить кислород и насытить водородом – над этой проблемой сейчас работают наши сотрудники.

Одно из новых для нас и интересных направлений – биоразлагаемые полимеры. Сегодня мы не представ-

ляем свою жизнь без полимерной упаковки, но стандартные пластики не разлагаются в естественной среде десятки и сотни лет. Других в России пока не производят, и купить за рубежом технологии их производства также не удастся.

Разработка подобных полимеров в институте уже идет – первые синтезы прошли успешно. Один из наиболее перспективных биополимеров получают из молочной кислоты биотехнологического происхождения. При этом хотелось бы напомнить, что биотехнологии, особенно в случае крупнотоннажного производства, работают лишь на первом этапе, затем за дело обязательно должны взяться химики, которые и обеспечивают получение конечного продукта. Задача нашего академического института не только разработать технологию, но и инициировать интерес к этому направлению.

Хотелось бы отметить, что этой работой у нас занимается специально организованная молодежная группа. Вообще в Институте катализа довольно много молодых – около трети научных сотрудников моложе 35 лет плюс полторы сотни студентов и аспирантов. Это один из наших главных приоритетов – подготовка кадров. Мы теснейшим образом работаем с новосибирскими вузами, НГУ и НГТУ: наши сотрудники читают



Первая в России макетная установка по получению бионефти – продукта быстрого пиролиза измельченной древесины. Разработка ИК и КТФ ИГиЛ СО РАН



Катализаторы серии ИК-ГО предназначены для глубокой гидроочистки дизельных фракций и вакуумного газойля. Разработка ИК СО РАН



Цеолитный катализатор ИК-17-М используется для получения ароматических соединений из попутных нефтяных газов по технологии БИЦИКЛАР

Наноразмерные кристаллы цеолитов и цеолитоподобных материалов проявляют уникальные каталитические свойства по сравнению с классическими цеолитными материалами из-за отсутствия у них внутридиффузионных ограничений. Активность подобных катализаторов в расчете на единицу веса на порядок выше обычной, а выход изопарафинов при нефтепереработке может превышать их выход в присутствии обычных катализаторов

лекции, заведуют кафедрами. Сам я около 20 лет веду в университете курс по термодинамике; написал шесть учебников для вузов.

Считаю, что поддерживать молодых – одна из основных задач руководства и дирекции, причем это включает и выбор самых актуальных и перспективных направлений. Наша молодежь уверена в своем будущем и знает, что оно – только в их руках.

Мне кажется, что свою главную задачу, вернее даже миссию, в науке я выполнил. Двадцать лет назад, когда в стране многое рушилось, институт не только выстоял и сохранил ядро, мы его омолодили, развили, экипировали... Та тематика, которой мы начали заниматься еще с конца 1970-х – разработка новых видов топлив и новых методов преобразования энергии – приобрела в мире большую популярность, и наш вклад в развитие этих направлений неоспорим.

Нам удалось поднять один из самых крупных в России инновационных проектов и с самой большой отдачей. Есть пример, когда промышленная реализация одного нашего масштабного проекта дала увеличение валового национального продукта почти на 9 млрд рублей только за три года! Это означает, что одним

этим проектом мы на несколько лет вперед оправдали деятельность всего института.

Государственная премия – это огромная честь, которая ко многому обязывает. Мы к этому готовы, и сегодня единственное, что нам нужно – чтобы мы оставались востребованными у себя в стране.

Литература
Пармон В.Н. *Естественный отбор среди молекул // НАУКА из первых рук. 2004. № 0. С. 32–41.*

Luzgin M. V., Rogov V. A., Parmon V. N. et al. *Methane aromatization on Zn-modified zeolite in the presence of a co-reactant higher alkane: How does it occur? // Catalysis Today, 2009. V. 144. P. 265–272.*

Parmon V. *Thermodynamics of Non-Equilibrium Processes for Chemists with a Particular Application to Catalysis / Elsevier, 2010. 340 p.*

Редакция благодарит сотрудников ИК СО РАН д.х.н. Л.Л. Макашкина, д.т.н. А.С. Носкова, к.х.н. А.Н. Симонова, к.х.н. В.А. Яковлева и отдел рекламы ИК СО РАН за помощь в подготовке публикации