

## НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СИМПОЗИУМ «НЕФТЕПЕРЕРАБОТКА: КАТАЛИЗАТОРЫ И ГИДРОПРОЦЕССЫ»

20–23 мая 2014 г. Санкт-Петербург (Россия)

20–23 мая 2014 г. в Учебном центре подготовки руководителей Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (Санкт-Петербург) состоялся Научно-технологический симпозиум «Нефтепереработка: катализаторы и гидропроцессы». Основными организаторами симпозиума были Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН и Некоммерческое партнерство «Национальное каталитическое общество».

Современные каталитические гидрогенизационные технологии в настоящее время являются важнейшим фактором повышения экономической, энергетической и экологической эффективности процессов нефтепереработки в России, улучшения качества производимых топлив, а также расширения сырьевой базы этих производств. Ключевыми в этой области являются разработка и применение новых катализаторов для осуществления гидропроцессов. Российская наука накопила значительный и вполне конкурентоспособный в мировом масштабе потенциал в этой области, актуальный для российских нефтеперерабатывающих предприятий.

Мероприятие явилось площадкой для конструктивного обмена мнениями по решению актуальных проблем развития каталитических гидрогенизационных технологий. Оно способствовало продуктивному и активному диалогу между учеными и представителями промышленных компаний, специализирующихся в области современных технологий переработки нефти, по вопросам новейших достижений в сфере разработки новых катализаторов и процессов для нефтепереработки.

Симпозиум собрал 120 участников из 7 стран и 27 го-

родов мира. Наряду с представителями Российской Федерации в его работе приняли участие специалисты из Германии, Франции, США, Израиля, Йемена, Казахстана и Узбекистана.

Было представлено 6 пленарных и 6 ключевых лекций, 30 устных секционных докладов, 39 стендовых и один презентационный доклад. Устные доклады были заслушаны в секциях, посвященных катализаторам и гидропроцессам переработки бензиновых фракций и углеводородных газов, средних дистиллятов, масел и тяжелых нефтяных фракций, возобновляемого и альтернативного углеводородного сырья. Перед началом стендовой сессии авторам докладов была предоставлена возможность выступить с краткой флэш-презентацией своей работы.

Особенностью научной программы стала организация секции, посвященной экономическим тенденциям развития нефтепереработки в России, на которой были представлены доклады ведущих специалистов Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (Москва). В своих выступлениях они отметили необходимость системного видения будущего развития отраслей экономики, в том числе энергетики, и обозначили сложившуюся в научно-технической и инновационной политике развитых стран тенденцию к переходу от поддержки отдельных технологических направлений к поиску комплексных ответов на запросы глобального и национального масштаба.

Разработка и совершенствование катализаторов для осуществления гидропроцессов возможны только на основе детальных представлений о строении активных компонентов катализаторов и механизмах их действия, которые формируются на основании фундаментальных исследований. По этой причине большая часть докладов симпозиума была посвящена фундаментальным аспектам синтеза, характеристики и исследования катализаторов гидроочистки, гидроизомеризации, гидрокрекинга и пр.

При разработке и оптимизации гидрогенизационных процессов весьма важны также теоретические вопросы инженерно-технологического характера, особенно фундаментальные вопросы математического моделирования каталитических гидропроцессов, аэродинамического моделирования реакторов для их осуществления, исследования фундаментальных аспектов тепло- и массообмена в слоях катализаторов и кинетики гидрогенизационных реакций. Этим вопросам был посвящен второй по объему блок докладов симпозиума.



Таким образом, особенность тематики симпозиума заключалась в том, что при очевидной практической направленности значительная часть сообщений, включая пленарные и ключевые лекции, была посвящена фундаментальным основам гидропроцессов.

Участниками симпозиума был отмечен высокий уровень пленарной сессии. Открыл ее доклад директора Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (Новосибирск), академика Валентина Николаевича Пармона «Современные катализаторы для нефтепереработки и нефтехимии – обзор разработок Института катализа СО РАН». Он был посвящен современным катализаторам крупнотоннажных гидрогенизационных процессов нефтепереработки (гидроочистка дизельных фракций и вакуумного газойля, гидрокрекинг вакуумного газойля, гидроизодепарафинизация дизельных фракций) и некоторым новым катализаторам для нефте(газо)химии: катализаторам получения сверхвысокомолекулярного полиэтилена и биоразлагаемых пластиков, а также производства этилена селективным окислением этана.

На ряде примеров было показано, что катализаторы, разрабатываемые в ИК СО РАН, не только не уступают зарубежным аналогам, но зачастую превосходят их по целому ряду параметров. Так, NiMo-катализатор гидрокрекинга вакуумного газойля позволяет получать дизельные топлива с выходом, превышающим 60 %, при этом выход нежелательных углеводородных газов не превышает 2,5 %. Данный катализатор содержит почти в два раза меньше металлов (Ni и Mo), что обеспечивает гораздо меньшую его стоимость. В докладе было также уделено внимание работам в области каталитических процессов получения низкосазывающих дизельных топлив, что весьма актуально для суровых климатических условий России.

Академик В.Н. Пармон не обошел стороной вопрос охраны окружающей среды и сообщил об уникальном для России методе производства биоразлагаемых термопластичных полимеров на основе дикарбоновых кислот и гликолей, являющихся уникальными экологически чистыми полимерными материалами для замены традиционных термопластов в упаковочной индустрии.

С лекцией «Моделирование процессов конверсии углеводородов (Modeling and simulation of hydrocarbon conversion processes)» выступил проф. Жильбер Фрома (Gilbert Froment) из Техасского университета A & M, США. Проф. Фрома предложил новый подход к моделированию процессов конверсии углеводородов, позволяющий прогнозировать показатели процесса гидрокрекинга вакуумного газойля.

С помощью компьютерных алгоритмов генерируется полная кинетическая схема реакции, а затем и ее отдельных стадий. Данный подход открыл совершенно новые перспективы для кинетического моделирования широкого круга процессов конверсии углеводородов.

Он позволяет наглядно проиллюстрировать протекание процесса гидрокрекинга и каталитического крекинга вакуумного газойля. Подробная схема реакции также дает представление о природе и формировании необратимо адсорбированных компонентов. Стоит отметить, что метод, представленный в докладе проф. Фрома, позволяет в значительной степени упростить и ускорить процессы математического моделирования, а также повысить их точность.

Сотрудник Лионского университета им. Клода Бернара (Франция), проф. Павел Афанасьев в своем докладе «Активные фазы катализаторов гидропереработки: современное состояние и перспективы исследований» поделился открытиями в области исследования структуры активных центров, расположенных на краях кристаллических слоев сульфидов (на примере сульфида молибдена  $\text{MoS}_2$ ), которые были сделаны благодаря использованию сканирующей туннельной микроскопии и моделированию активных центров методом теории функционала плотности (Density Functional Theory, DFT)

Кроме того, проф. Афанасьев отметил трудность в сопоставлении теоретических моделей с данными реальных каталитических испытаний, что обусловлено сложностью состава реакционной среды и обилием возможных взаимодействий в промышленных катализаторах. Для решения этой проблемы предложено использовать модельные катализаторы, в составе которых уменьшено количество неконтролируемых параметров, а условия приготовления максимально благоприятны для изучения активной фазы. Модельные катализаторы достаточно просты, чтобы обеспечить непосредственную проверку моделей, и вместе с тем представляют собой реальные системы, которые можно испытывать в традиционных каталитических установках.

Большой интерес вызвал доклад израильского специалиста, проф. Моти Гершковича (Moti Herskowitz) из Университета им. Бен-Гуриона (Негев, Израиль) «Перспективные каталитические технологии в производстве синтетического жидкого топлива из возобновляемых и альтернативных источников» (Catalytic technologies are expected to dominate production of synthetic liquid fuels from renewable and alternative sources). В нем проф. Гершкович отметил проблемы, существующие в современной нефтеперерабатывающей отрасли. Ограниченные запасы сырой нефти и экологическая опасность, связанная с большим количеством диоксида углерода, получаемым при сжигании продуктов нефтепереработки, ставят перед учеными задачи по поиску альтернативных источников топлива.

Получение синтетических жидких топлив из возобновляемых и альтернативных видов сырья является перспективным направлением энергетики. Потенциальное сырье для крупномасштабного производства синтетического топлива делится на три группы: ископаемые (природный газ и уголь), биомасса, комбинация углекислого

газа и водорода, получаемого из воды. В настоящее время рабочая группа проф. Гершковича занята поисками оптимального сырья для производства синтетического топлива. В частности, разработан новый метод переработки овощей и водорослей для получения «зеленого» дизеля и реактивного топлива. Разработаны новые каталитические системы, позволяющие преобразовывать смеси  $\text{CO}_2/\text{CO}/\text{H}_2$  в бензин. По мнению докладчика, именно разработка новых катализаторов является приоритетным направлением в изучении возможности получения топлив из альтернативных видов сырья.

Представитель компании UOP Honeywell (США), доктор Гэвин Таулер (Gavin Towler), представил сообщение на тему «Последние достижения в технологии гидрокрекинга» (Recent innovations in hydrocracking technology), в котором поделился опытом западных промышленных компаний. В частности, он обосновал причины высокого спроса на технологии гидрокрекинга в нефтеперерабатывающей промышленности. Среди них – необходимость перерабатывать нефть с высоким уровнем примесей, повышение спроса на дизельное топливо, стремление промышленных компаний максимизировать прибыль и получать конечные продукты более высокого качества, соответствующего современным экологическим нормам. Таким образом, открытие и применение новых материалов в гидроочистке является потенциально важным при разработке новых катализаторов. В частности, использование новых кислотных материалов может привести к улучшению функции крекинга.

Доктор Таулер осветил весь путь, который проходят новые материалы – от их опробования в экспериментальных установках до внедрения в промышленное производство. В качестве примера были представлены разработки ученых UOP Honeywell, позволившие значительно улучшить качество производимых смазочных материалов и иных продуктов нефтепереработки.

Завершал пленарную сессию доклад доктора химических наук, заместителя директора Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН (Москва), проф. Антона Львовича Максимова «Гидропроцессы с использованием наноразмерных и мезоразмерных каталитических систем». Проф. Максимов представил новый подход в переработке нефти и тяжелого углеродсодержащего сырья, получивший название наногетерогенного катализа. Он основан на применении нано- и мезоразмерных каталитически активных частиц, не стабилизированных носителем или подложкой, в условиях, сводящих их агрегацию к минимуму.

Этот подход позволил перейти к более активному использованию сларри-систем с существенным повышением эффективности массообмена и теплопередачи и использования тепла реакции, к резкому снижению диффузионных ограничений, повышению производительности катализатора. Использование таких каталитических систем оказалось наиболее успешным в процессах гидроконверсии тяжелых нефтей и гудрона: катализаторы такого типа «гибки» по сырью и могут быть использованы для переработки различных видов тяжелого углеводородного сырья и полимерных отходов в синтетическую нефть. По мнению проф. Максимова, использование наногетерогенных катализаторов возможно и в других процессах нефтепереработки.

Тезисы пленарных лекций и устных докладов можно найти на веб-сайте: [http://www.catalysis.ru/resources/institute/Publishing/Report/2014/NTS\\_NKG-2014.pdf](http://www.catalysis.ru/resources/institute/Publishing/Report/2014/NTS_NKG-2014.pdf) (страница [http://www.catalysis.ru/block/index.php?ID=1&SECTION\\_ID=1876](http://www.catalysis.ru/block/index.php?ID=1&SECTION_ID=1876)).

В рамках симпозиума успешно прошла презентация компании производителя лабораторного хроматографического и технологического оборудования ООО Сервис-центр «ХромоСиб» (Омск). Вниманию участников симпозиума были представлены газовый хроматограф «Хромос GX-1000», а также разнообразное вспомогательное оборудование и комплектующие.

Финансовая поддержка симпозиуму была оказана компаниями ОАО «Газпром Нефть» (Москва), ООО «НПК «Синтез» (Барнаул), ООО Сервис-центр «ХромоСиб» (Омск) и ООО «РИОС-Инжиниринг» (Омск). Благодаря этой поддержке организаторы симпозиума смогли пригласить для чтения пленарных и ключевых лекций специалистов мирового уровня из разных стран. Интерес к программе симпозиума позволил привлечь к участию широкий круг экспертов в области разработки и применения новых катализаторов для осуществления гидропроцессов. Финансовая поддержка позволила большому кругу молодых ученых принять участие в работе симпозиума.

Труды симпозиума будут опубликованы в журналах «Катализ в промышленности» и «Нефтепереработка и нефтехимия».

Участниками было принято решение о регулярном проведении научно-технологического симпозиума «Нефтепереработка: катализаторы и гидропроцессы». Также было предложено придать симпозиуму статус международного и в дальнейшем проводить его не только на территории Российской Федерации, но и за рубежом.

*Материал подготовили С. Логунова, Т. Замулина, А. Загоруйко,  
О. Климов, А. Носков (Институт катализа СО РАН,  
Новосибирск)*