

К 70-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА И ИСКУССТВЕННОГО ЖИДКОГО ТОПЛИВА им. А.Н. БАШКИРОВА

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА И ИСКУССТВЕННОГО ЖИДКОГО ТОПЛИВА имени А.Н. БАШКИРОВА

В.Ф. Третьяков, заведующий кафедрой

*кафедра Технологии нефтехимического синтеза и искусственного жидкого топлива
им. А.Н. Башкирова МИТХТ им. М.В. Ломоносова, Москва, 119571 Россия
e-mail: tretjakov@ips.ac.ru*

Уже 70 лет в стенах МИТХТ им. М.В. Ломоносова (ныне Московского государственного университета тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова) осуществляет подготовку специалистов кафедра технологии нефтехимического синтеза и искусственного жидкого топлива имени А.Н. Башкирова (ТНХС и ИЖТ).

Создание кафедры было обусловлено совокупностью объективных причин. К концу 1930-х годов положение в топливно-энергетическом комплексе СССР характеризовалось наличием больших разведанных запасов углей и других твердых горючих ископаемых практически на всей территории страны. В то же время разведанные запасы нефти были весьма ограничены и находились в нескольких регионах – на Кавказе (г. Грозный), Прикаспии (г. Баку), острове Сахалине и г. Ухте. Природный газ в промышленных целях тогда еще практически не использовался.

Необходимость создания в СССР новой отрасли промышленности, связанной с производством ИЖТ на основе процессов полукоксования и газификации твердых горючих ископаемых, становилась весьма актуальной. К началу Великой Отечественной войны в нашей стране существовала научная и производственная база, на которой можно было развивать производство ИЖТ. Прежде всего, следует упомянуть работы В.Н. Ипатьева, заложившие научные основы по гидрогенизации органических соединений (1906 г.). Развитие этих исследований широко проводилось в 1920-х годах в лаборатории высоких давлений АН СССР и ГИВДе (г. Ленинград). В 1935 году в г. Кемерово был пущен первый в стране завод полукоксования, а в 1939 году там же был введен в эксплуатацию опытно-промышленный завод по гидрогенизации углей. В 1937 году появились две крупные полупромышленные установки по синтезу углеводородов из СО и Н₂ при атмосферном давлении на Со- и Ni-катализаторах (г. Ленинград, г. Черноречье).

Великая Отечественная война затормозила работы в этом направлении. Тем не менее, в 1943 году решением правительства СССР было учреждено Главное управление промышлен-

ности ИЖТ и газа при СНК СССР, а Всесоюзный комитет по делам высшей школы (ВКВШ) издает приказ (№ 289 от 30 октября) об организации в МИТХТ первой в СССР кафедры искусственного жидкого топлива и химической переработки газов в составе двух штатных единиц. Возглавил кафедру профессор Андрей Николаевич Башкиров (заведующий кафедрой с 1943 по 1976 гг.).

В институте для кафедры было выделено лабораторное помещение на 8 рабочих мест. Началось чтение лекционных курсов («Химия топлива» – проф. А.Н. Башкиров и «Технология сырья» – доц. Н.С. Печуро).



*Профессора Печуро Н.С. и Башкиров А.Н.,
1970-е годы.*

В 1944 году на кафедру были приглашены проф. И.Б. Рапопорт, который читал курс «Технология ИЖТ», и доц. А.С. Некрасов, который читал лекции по химии моторных топлив. В июле 1945 года состоялся первый выпуск инженеров в количестве 9 человек.

Начиная с 1950-х годов, в СССР создаются необходимые условия для интенсивного развития нефтедобывающего и нефтехимического комплексов. К этому времени уже сложилась самостоятельная область научных знаний –

нефтехимия, для которой потребовалась подготовка соответствующих кадров. Следует отметить, что инженеров-химиков-технологов – специалистов не по топливному использованию нефтепродуктов, а по углубленной переработке нефти, направленной на получение соединений для различного дальнейшего использования, в том числе и синтетических целей, **в то время не готовил ни один ВУЗ страны.**

Осознавая важность задачи подготовки специалистов, в мае 1955 года А.Н. Башкиров и Н.С. Печуро по поручению МИТХТ подготовили письмо на имя первого заместителя Председателя Совета Министров СССР В.М. Молотова об организации подготовки инженеров по нефтехимическому синтезу. В соответствии с распоряжением СМ СССР в 1956 году Минвуз СССР постановил организовать подготовку инженеров-технологов по нефтехимическому синтезу, а в 1957 году кафедра ИЖТ была переименована в кафедру ТНХС и ИЖТ.

Подготовка специалистов по искусственному жидкому топливу и нефтехимическому синтезу тесно увязана с деятельностью научных школ кафедры, которые создавались крупными учеными-исследователями, технологами чл.-корр. АН СССР А.Н. Башкировым и заслуженным деятелем науки и техники РСФСР Н.С. Печуро. Исследования школы А.Н. Башкирова широко известны мировому научному сообществу. Их результаты были положены в основу создания в СССР производства синтетических моющих средств. На кафедре ТНХС и ИЖТ А.Н. Башкировым были поставлены исследования по окислительным превращениям углеводородов, синтезам на основе молекул C_1 (синтез-газ, монооксид углерода, метанол), изучению топокхимических реакций. Научные основы «окислительного» направления положили начало для проведения исследований по получению ценных функциональных производных углеводородов – алифатических спиртов, поверхностно-активных веществ и синтетических моющих средств, пластификаторов и др.

Другое важное направление научных исследований на кафедре – термическая и термокаталитическая переработка углеводородного сырья. Его руководителем с 1943 по 1990 гг. был доктор технических наук, профессор Н.С. Печуро (заведующий кафедрой с 1976 по 1987 гг.). В рамках этого направления коллектив научных сотрудников, преподавателей и студентов кафедры проводил широкий круг исследований в области пиролиза различных органических продуктов, в том числе отходов химических и нефтехимических производств в рамках решения технических и экологических проблем.



Профессор Печуро Н.С., д.т.н., зав. кафедрой ТНХС и ИЖТ с 1976 по 1987 гг.

Тесные контакты с Институтом нефтехимического синтеза АН СССР способствовали организации подготовки специалистов и проведению исследовательских работ по «окислительному» направлению. Сотрудничество с другой академической организацией – Центральной научно-исследовательской лабораторией электрической обработки материалов (ЦИЛЭлектром) стимулировало работы по развитию процесса электрокрекинга органических продуктов. Итогом исследований явилось сооружение в 1967 году на Ереванском химкомбинате опытной установки по переработке органических продуктов, включая отходы химических производств, в электрических разрядах.

В конце 1960-х годов на кафедре созданы универсальные методы термической переработки жидких органических отходов ряда нефтехимических производств сложного состава, позволявших получать различные целевые продукты утилизацией промышленных жидких и твердых органических отходов, для чего была создана крупная опытно-промышленная установка на заводе синтетического каучука им. С.В. Лебедева (г. Ефремов).

Развитие работ по глубокой переработке нефти на кафедре в середине 1960-х годов привело к созданию нового направления исследований, связанного с использованием для термической переработки нефтепродуктов расплавленных сред в качестве теплоносителя.

Интенсификация подвода тепла к перерабатываемому сырью при его непосредственном контакте с расплавленным теплоносителем позволила создать реакционные устройства для пиролиза тяжелых, термически нестабильных органических продуктов, переработка которых в традиционных трубчатых печах была невозможна. В 1974 году на ПО «Органический синтез» (г. Казань) была построена крупнейшая в СССР установка пиролиза в среде расплавленного теплоносителя производительностью до 400 кг/ч по сырью, а также установка аналогичного принципа действия на комбинате СДВ (г. Калуга).



На конференции по электроэрозионной обработке материалов в г. Кишиневе. Печуро Н.С. (в центре) с учениками и коллегами. Слева направо: аспиранты А.Л. Лapidус и Э.Ю. Булычев; доцент А.Н. Меркурьев, м.н.с. О.Ю. Песин.



Профессор, д.т.н. Песин О.Ю.,
зав. кафедрой ТНХС и ИЖТ с 1987 по 1997 гг.

В конце 1980-х на кафедре были созданы фундаментальные основы химической регенерации тепла (ХРТ), диссипируемого двигателем, за счет пиролиза топлив. С помощью систем ХРТ удалось повысить на 20–25% экономичность энергетических установок, создать экологически чистые двигатели. При этом стендовые испытания систем ХРТ показали возможность повышения октанового числа на 10–16 единиц. Кроме того, одними из важнейших результатов работ явились возможность проведения каталитического пиролиза (на сплавах титана) углеводородного сырья без добавления водяного пара в зону реакции, расширение сырьевой базы производства низших олефинов, а также возможность создания химической аппаратуры нового поколения, где определенные элементы конструкций выполняли роль катализаторов.

Синтезы на основе одноуглеродных молекул – важное современное направление научных исследований и подготовки кадров на кафедре развивалось под руководством доктора



Профессор, д.т.н. Французов В.К.,
зав. кафедрой ТНХС и ИЖТ с 1997 по 2003 гг.

технических наук, профессора В.К. Французова (заведующий кафедрой с 1997 по 2003 гг.) и являлось продолжением работ А.Н. Башкирова, выполненных в 1950–1970 гг. Прежде всего, это синтезы Фишера-Тропша и получение волокнистого углерода с заданными структурой и свойствами. При контакте СО с каталитически активными поверхностями, образующийся углерод имел волокнообразную трубчатую структуру – волокнистый углерод (ВУ). Сочетание углеродной и металлической составляющих обеспечивает ему высокую адсорбционную поверхность, магнитные и электропроводящие свойства, которые могут меняться в очень широком диапазоне. Такой спектр свойств продукта позволяет прогнозировать возможность его применения при производстве эластичных тензо- и магнитодатчиков, электропроводящих и антистатических полимеров и эластомеров, коллоидно-графитовых препаратов и адсорбционных и композитных углеродных материалов. Были разработаны технологии синтеза волокнистого

углерода, которые реализованы на опытно-промышленной установке в ВПО «Минеральные удобрения» (г. Воскресенск).

Разработан новый метод комплексного анализа саж (метод «КОМПАС») для комплексного анализа морфологических характеристик саж и всего спектра марок технического углерода отечественного и зарубежного производства. В отличие от традиционных способов определения адсорбционных свойств материалов, метод «КОМПАС» позволяет не только получить целый набор данных для характеристики порошка, но и прогнозировать его поведение в тех или иных полимерных матрицах и других средах.

Другим актуальным направлением исследований в области химии C_1 , является переработка метанола в ценные продукты для химических синтезов – диметиловый эфир, метилформиат, синтез-газ заданного состава, высокой степени чистоты водород и монооксид углерода.

Развитие работ по разложению жидких углеводородов в электрической дуге ориентировано на создание ресурсосберегающих технологий. Образующийся газ электрокрекинга может быть направлен на синтез углеродных нановолокон или на синтез жидких углеводородов гидроолигомеризацией ацетилена. Коксованием суспензии сажи жидкими продуктами электрокрекинга или пасты, образовавшейся при фильтрации суспензии, можно получать изотропные коксы. Комбинацией методов компаундирования пасты и углеродных нановолокон или сажи с последующим коксованием, пироуплотнением остатка газом электрокрекинга и активацией полученного углерод-углеродного материала получают сорбенты с удельной адсорбционной поверхностью свыше $1000 \text{ м}^2/\text{г}$. Эти исследования проводятся совместно с сотрудниками ОАО «НИИГрафит».

Весьма актуальной проблемой является разработка методов, позволяющих увеличить глубину переработки нефти и выход светлых фракций. На кафедре в течение последних лет проводятся фундаментальные исследования по созданию научных основ технологии эффективного процесса переработки высоковязких нефтей и тяжелых нефтяных остатков. Разрабатываемая технология предусматривает комбинированное воздействие на нефтяное сырье озоном, пучком активных электронов или жестким ультрафиолетом. Указанное воздействие приводит к значительным структурным изменениям на молекулярных и межмолекулярных уровнях и, как следствие, к увеличению выхода производства современных моторных топлив, светлых топливных и масляных фракций.

Начало XXI века многие специалисты характеризуют как окончание эры дешевой нефти. Сокращение запасов нефти, пригодной для приводит к удорожанию нефтяных топлив и других продуктов ее переработки, используемых в нефтехимической промышленности. Поэтому в мировой практике одним из основных направлений развития топливно-энергетического комплекса становится уменьшение его зависимости от нефти путем сокращения объемов потребления нефтяных топлив за счет использования альтернативных возобновляемых источников сырья, таких как природный газ или уголь. Однако они, так же как и нефть, относятся к невозобновляемым источникам энергии, а их сжигание в энергетических установках приводит к увеличению содержания CO_2 в атмосфере, что создает еще одну серьезную проблему, связанную с парниковым эффектом.

Наличие огромных запасов возобновляемого органического сырья в виде растительной биомассы создает предпосылки для создания технологий ее переработки в моторное топливо, альтернативное топливу нефтяного происхождения. Переработка биомассы в этиловый спирт (биоэтанол) и использование его в качестве топлива или высокооктановой добавки к традиционному бензину, а также сырья для органического синтеза является значительным шагом в направлении снижения не утилизируемой эмиссии CO_2 в атмосферу. В настоящее время в мировой практике технический биоэтанол применяется как добавка к моторным топливам, являясь региональным или локальным видом топлива. Однако для климатических условий России и других «холодных» районов планеты такое его использование сильно ограничено. Поэтому стоит задача превращения биоэтанола в моторные топлива глобального характера – бензин и дизельное топливо.

В последние годы на кафедре под руководством заведующего кафедрой, доктора химических наук, профессора В.Ф. Третьякова (с 2003 года по настоящее время) коллективом сотрудников разработаны технологии, позволяющие получать широкий спектр углеводородов конверсией биоэтанола на цеолитных катализаторах с образованием этилена, других олефинов, алканов и ароматических углеводородов – важных продуктов для нефтехимии, а также моторных топлив различного назначения, в том числе для реактивных двигателей. Так, впервые в России по Техническим требованиям ЦИАМ в МИТХТ им. М.В. Ломоносова в 2009 году созданы опытные образцы жидкого синтетического углеводородного топлива для авиационных газотурбинных двигателей из биосырья.



*Академик РАИИ, д.т.н., профессор Третьяков В.Ф.,
заведующий кафедрой ТНХС и ИЖТ
с 2003 г. по настоящее время.*

В рамках Государственного контракта в 2010 году по постановлению Минобрнауки № 18 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства» на кафедре ТНХС и ИЖТ совместно с «Центром новых инновационных технологий ООО СУЭК» и кафедрой Процессов и аппаратов химической технологии МИТХТ был реализован проект по созданию высокотехнологичного производства бензина путем глубокой переработки бурых углей с выдачей технической документации на создание опытной установки производительностью 8 т/ч по углю. Эта новая разработка, включая технологию получения реактивного топлива конверсией биоэтанола, рассматривается как приоритетное направление в энергосберегающей научной платформе РФ.

Разработан также инициированный процесс получения дивинила из этилового спирта по методу С.В. Лебедева. Для улучшения основных показателей процесса наряду с новым катализатором используется инициатор, позволяющий осуществлять процесс непрерывно без регенерации в течение длительного времени эксплуатации катализатора, улучшающим технико-экономические показатели процесса. Эта работа выполнена и реализуется на заводе ОАО ЕЗСК (г. Ефремов).

Другим возможным направлением переработки биоэтанола является разработанный процесс его паровой конверсии в чистый водород, который затем может быть использован в топливных элементах для получения экологически чистой электроэнергии для автомобилей нового поколения.

Преимущества разработанного на кафедре метода каталитической конверсии биоэтанола заключаются в возможности вовлечения отходов лесной, деревоперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, полеводства и животноводства в процесс получения биоэтанола — альтернативного возобновляемого

сырья. Использование биоэтанола в указанном направлении рассматривается как решение проблемы получения важных продуктов для нефтехимии — олефинов, ароматических углеводородов и моторных топлив из альтернативного нефти возобновляемого сырья, а также как один из методов снижения эмиссии техногенного углекислого газа.

Это направление исследований, отражающее новые подходы в области «зеленой химии», органично встраивается в учебные программы по подготовке студентов в качестве бакалавров, магистров и специалистов для создания технологий получения искусственного жидкого топлива и широкого спектра продуктов для нефтехимической промышленности. Двое магистров, участвующих в НИР по разработке метода получения реактивного топлива и метода получения водорода для топливных элементов каталитической конверсией биоэтанола, отмечены медалями на выставке Научно-технического творчества молодежи (НТТМ). Эта работа также удостоена бронзовой медали на выставке ВЦ РФ и ряда дипломов. Разработаны новые катализаторы и на их основе экологически совершенная технология неокислительного дегидрирования метанола в формальдегид (работа удостоена золотой медали на Международном салоне «Эврика» в Брюсселе). Разработана технология конверсии метанола с целью получения водорода и последующей его каталитической очистки от монооксида углерода до сверхвысокой чистоты для топливных элементов автомобилей нового поколения.

Проводятся также работы в области защиты окружающей среды. Разработаны новые процессы каталитической очистки промышленных газовых выбросов с использованием оксидных каталитических систем, не содержащих в своем составе благородных металлов, и новые экологически чистые процессы в рамках химии одноуглеродных молекул. На основе большого объема экспериментального и теоретического материала разработаны научные основы создания эффективных методов глубокого окисления СО и органических соединений, а также селективного восстановления NO_x углеводородами в рамках решения экологических проблем по очистке газовых выбросов промышленных производств и автотранспорта, а также разработан новый метод обезвреживания токсичных органических соединений, в том числе фтор- и хлорсодержащих, в режиме беспламенного сжигания топлив.

По современной многоуровневой системе подготовки специалистов кафедра ТНХС и ИЖТ готовит бакалавров, инженеров по соответствующим направлениям и магистров по магистерской программе «Химическая технология природных энергоносителей и углерод-

ных материалов». Одним из главных направлений в учебном процессе при подготовке магистров является развитие у них углубленных знаний по переработке природного органического сырья, включающего нефть, природный и попутные газы, уголь, и возобновляемого сырья, получаемого из биомассы, в моторные топлива и химические продукты. В процессе обучения студенты изучают следующие дисциплины: «Теоретические основы химической технологии топлив и углеродных материалов», «Химия природных энергоносителей», «Технология переработки природных энергоносителей», «Химическая технология переработки твердых горючих ископаемых», «Химическая технология процессов на основе одноуглеродных соединений», «Химическая технология переработки нефти и природных газов», «Технология производства товарных нефтепродуктов», «Технология производства катализаторов и сорбентов», «Математическое моделирование сложных химико-технологических систем», «Стандартизация и сертификация продукции переработки нефти и газа». В процессе обучения студенты участвуют в научно-исследовательских работах, проводимых на кафедре сотрудниками и аспирантами, которые сосредоточены на передовых научных направлениях в области нефтепереработки и создания синтетических моторных топлив, в том числе из возобновляемого сырья на основе биомассы, получении наноуглеродных материалов из органических производных и соединений, а также нефтехимических продуктов из метанола и биоэтанола.

Производственную практику студенты проходят в организациях Академии наук России, таких как Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Институте химической физики им. Н.Н. Семенова РАН. Некоторые студенты выполняют магистерские диссертации в этих научных центрах под руководством ведущих специалистов. Кро-

ме того, производственную практику студенты проходят на крупных нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях компаний «Лукойл», «Сибур», «ТНК-ВР» и др. Студенты, успешно защитившие магистерские диссертации, имеют возможность продолжить свое обучение в аспирантуре.

Научно-исследовательская и учебная работа кафедры базируется также на сотрудничестве как с ведущими научными академическими и отраслевыми институтами, так и с рядом учебных ВУЗов: Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова, Российским химико-технологическим университетом им. Д.И. Менделеева, Российским университетом дружбы народов, Саратовским государственным университетом им. Н.Г. Чернышевского, Томским государственным университетом, Федеральной политехнической школой Лозанны (Швейцария). На кафедре проходят обучение студенты из различных регионов России, ближнего зарубежья, а также стран Азии, Африки и Вьетнама. Бывшие выпускники кафедры являются преподавателями различных ВУЗов страны, ближнего и дальнего зарубежья, работают руководителями предприятий и компаний.

Научная деятельность кафедры за последние 10 лет отражена в 180 публикациях и 18 патентах, в 2012 году вышла в свет монография В.Ф. Третьякова и Р.М. Талышинского «Кинетика и динамика каталитических нефтехимических процессов». Издано 25 методических пособий. За этот период 14 выпускников кафедры защитили кандидатские диссертации, защищена одна докторская диссертация.

Коллектив кафедры успешно продолжает подготовку специалистов нового современного уровня в области нефтепереработки, нефтехимии, наноуглеродных материалов и искусственного жидкого топлива, что является не только естественным развитием учебного процесса, но и подтверждением преемственности традиций в МИТХТ имени М.В. Ломоносова.