

УДК 66.023

«Химтехнология» — 50 лет в строю

П. П. Борисов, М. А. Гликин

ПЕТР ПАВЛОВИЧ БОРИСОВ — директор Государственного научно-исследовательского проектного института химических технологий «Химтехнология» (ГНИПИ «Химтехнология»). Область научных интересов: технология и аппаратура химических производств, выбор технологии, проектирование, экономика, организация финансирования, международные соглашения.

МАРАТ АРОНОВИЧ ГЛИКИН — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины, заместитель директора по перспективным научным работам ГНИПИ «Химтехнология». Область научных интересов: химическая технология, гетерогенный катализ, кинетика, взрывобезопасность производств, промышленная экология, автор аэрозольного катализа.

93400 Украина, г. Северодонецк Луганской обл., ул. Вилесова, д. 1, ГНИПИ «Химтехнология», тел. (06452)233-57, факс (06452)253-67, E-mail office@ixt.lg.ua

Становление института

Институт создан как филиал Государственного научно-исследовательского и проектного института азотной промышленности (ГИАП) в 1950 г. с целью приближения разработанных технологий к производству [1]. Первым директором института вплоть до 1975 г. был А.П. Мастеров. С 1950 г. в институте начались работы по проектированию химического комбината известного как Северодонецкое ПО «Азот» (СГПП «Объединение Азот»). Институт развивался быстрыми темпами с постоянным расширением сферы деятельности. В 1956 г. организованы первые лаборатории научной части. В 1967 г. для проверки научно-исследовательских разработок, инженерных решений в составе научной части сформирован опытный завод.

Развитие института и СГПП «Объединение Азот» были прочно связаны. Задачи, которые приходилось решать сотрудникам института, как правило, формировались с учетом развития всей отрасли. В советский период институтом руководили: С.М. Штефан (до 1984 г.) и В.С. Новицкий (до 1991 г.). К 1990 г. коллектив составлял порядка 2000 человек. В проектной части в то время работали 950 сотрудников, в научной — 660, на опытном заводе — 375.

Этап бурного развития научной части начался с 1958 г., когда заместителем директора стал Г.Н. Фрейдлин — ученый, прошедший большую школу на химическом производстве. В становлении научной части важными моментами были помощь ГИАП в подготовке кадров и привлечение в институт ученых из других организаций. Благодаря усилиям дирекции института и дирек-

тора А.П. Мастерова лаборатории получили современное оборудование.

Привлечение в институт высококвалифицированных кадров было очень важно, т.к. большинство сотрудников составляли молодые специалисты. Им создавали условия для обучения в аспирантуре, в том числе и заочной. Именно эта молодежь составила в дальнейшем основную квалифицированную научную часть института. Привлеченные из других организаций ученые через 4—5 лет разъехались. Многие из них (около 30 человек) стали докторами наук. Видимо, и для них полученный в Северодонецке опыт оказался полезным.

Развитие института

В 1981 г. филиал ГИАП был преобразован в самостоятельный институт. Он вел генпроектирование четырех новых промышленных площадок. К этому времени по разработкам и проектам института были созданы в СССР восемь производств метанола, пять — ацетилена окислительным пиролизом природного газа, двенадцать — аммиака, одно — калиевой селитры, восемь — аммиачной селитры, четыре — азотной кислоты, одно — углеаммонийных солей, четыре — катализатора. Все производства были выведены на проектную мощность.

В эти годы построены за рубежом две установки по производству метанола (Китай); одна — аммиака (Болгария); две — аммиачной селитры (Румыния, Болгария). Введены в эксплуатацию совместно с зарубежными фирмами два крупнотоннажных производства метанола («Пауэр газ», Великобритания); тринадцать производств ам-

миака различной мощности (ТЭК, Япония; «Лурги», Германия; «Энса», «Крезо-Луар антрекрид», Франция); производство уксусной кислоты («Лумус», США). Большинство объектов эксплуатируются до настоящего времени и, к сожалению, устарели.

Определились основные направления деятельности института: производства метанола, ацетилена, адипиновой и уксусной кислот, нитрат-нитритных солей. Ниже дана характеристика некоторых работ.

Разработками по метанолу руководили М.М. Караваев, Ю.В. Лендер, В.А. Топчий. Выполнен комплекс теоретических, экспериментальных и опытно-промышленных исследований, позволивший создать новую технологию синтеза метанола на низкотемпературном катализаторе [2–5]. В институте впервые была разработана технология переработки синтез-газа, сопутствующего производству ацетилена, в метанол. Выполнены комплексные физико-химические исследования [2–5, 6]. Разработка защищена пятью авторскими свидетельствами СССР и 11 зарубежными патентами [7, 8]. С 1975 г. введены в эксплуатацию пять таких агрегатов синтеза метанола. Все оборудование было отечественного производства. Были начаты исследования по конверсии природного газа, синтезам высших спиртов, диметилового эфира, жидких углеводородов на бифункциональном катализаторе, проведены испытания бензинометанольных смесей для автотранспорта.

Работы в области катализа приобрели самостоятельное значение с 1959 г. (Д.В. Герет, И.А. Рыжак). Было закуплено и частично создано оборудование для исследования поверхности, структуры, состава и эксплуатационных показателей катализаторов. Создан парк лабораторных и опытных установок с объемом реакторов от нескольких миллилитров до нескольких литров. Основные исследования были сосредоточены на производстве метанола. Созданы и выпускались катализаторы СМС-1 и СМС-5 на СГПП «Объединение Азот» и СНМ-1 на Чирчикском ПО «Электрохим». Это позволило осуществить синтез метанола при давлении 50 атм вместо 320. По своим показателям катализатор СНМ-1 не уступал лучшему мировому образцу, разработанному фирмой «Ай-Си-Ай» (Великобритания) [9]. В 1971–91 гг. разработаны современные агрегаты синтеза метанола из природного газа мощностью от 300 до 750 тыс. т в год. Производство метанола – первая работа, в которой были задействованы большинство научных и проектных отделов, опытный завод. Накопленный опыт обобщен в монографиях [2–5].

Институт внес существенный вклад в создание в СССР современных производств ацетилена

из природного газа. На СГПП «Объединение Азот» в специально созданном цехе с участием института проведены крупномасштабные исследования ряда конструкций реакторов, предложенных отечественными институтами. Лучшим оказался реактор, разработанный В.У. Шевчуком [10]. Процесс окислительного пиролиза протекает в пламени, поэтому потребовались знания в области физики горения. Ряд исследований выполнено и в нашем институте (М.А. Гликин, Р.Я. Муший) [6].

Первый агрегат по производству ацетилена из природного газа был пущен на СГПП «Объединение Азот» в 1963 г. Он был закуплен у фирмы БАСФ (Германия) без права воспроизводства, поэтому в институте были интенсивно продолжены работы по данному процессу. Ими руководили Е.И. Кордыш, Л.С. Лахманчук, В.Л. Ферд, П.П. Борисов, Н.А. Кочергин. Благодаря этому в 1966 г. создан первый отечественный агрегат. По технико-экономическим показателям он не уступал заграничным аналогам, а реактор имел единичную мощность в 1,5–2 раза выше, чем импортные образцы. Особо следует отметить исследования по взрывобезопасности работы с ацетиленом [6]. Первый в Европе полигон для исследования взрывозащиты химического производства был спроектирован в нашем институте (М.Д. Пукиш).

В институте выполнен большой цикл работ по химии и технологии переработки ацетилена и его гомологов (Р.Я. Муший, А.П. Воронков). На опытном заводе из диацетилена организовано производство 3,5-метилпиразола – ингибитора нитрификации. Продукт нарабатывается и поставляется фирме «SKWSticksowerke Piesteritz» (Германия). В лаборатории и на установках завода выполнен комплекс работ по очистке ацетилена от его гомологов. В институте разработан и осуществлен синтез бутиндиола на впервые примененном мелкодисперсном катализаторе (Г.Н. Фрейдлин). Исследованы реакции этинирования, винилирования спиртов, соединений ряда пирролидона, пиразола, карбазола, алканов и др. К сожалению, огромный опыт по получению и переработке ацетилена рассеян в большом числе публикаций и монографии других авторов [11].

В 1980 г. институт принимал участие во вводе в эксплуатацию оборудования первого в СССР производства уксусной кислоты карбонилированием метанола. Производство и лицензия были закуплены с участием сотрудников института. Возглавлял переговоры С.М. Штефан. Специалисты института освоили один из интересных высокоэффективных синтезов [12]. Этот опыт оказался весьма полезным в последующий период.

Одним из первых направлений, развиваемых в институте, были массообменные процессы сис-

темы газ(пар)—жидкость (Н.А. Кочергин). Работы по технологии концентрирования метанола и ацетилена потребовали создать базу и развивать исследования по получению физико-химических констант растворимости веществ при различных температурах и давлениях (В.А. Гранжан). Эта информация, представляющая большую ценность, из-за необходимости в публикациях при защите диссертаций стала общим достоянием и не имеет в настоящее время коммерческой ценности. Она воспроизведена в Интернете.

Проблемы аппаратурного оформления массообменных процессов обусловили постановку научно-исследовательских работ по теории и практике расчета и конструирования соответствующей аппаратуры. На опытном заводе были созданы стенды с колонными аппаратами с диаметром до 4 м и высотой до 15 м. Это позволило отрабатывать оптимальные решения [13]. За всю историю института практически не было ошибок в выборе массообменной аппаратуры. К сожалению, эту уникальную базу не удалось сохранить полностью.

Сотрудникам института удалось сделать определенный прорыв в области массообменной аппаратуры и реакторов гетерогенного газофазного катализа с высоким теплонпряжением. З.Н. Мемедляев с сотрудниками нашел решение, обеспечивающее самоорганизацию потоков газа и жидкости, исключающее захлебывание аппарата и обеспечивающее интенсивный массообмен [14]. Работа внедрена в промышленность.

Для реакторов со стационарным слоем катализатора одно из ограничений — верхняя граница температуры, определяемая термоустойчивостью и активностью каталитической системы. Применяемые в промышленности решения капиталоемки и не исключают градиента температуры по высоте и сечению слоя катализатора. В институте под руководством Л.И. Крупника выполнен цикл работ по организации равномерного теплоотвода путем сочетания в одном объеме слоев: стационарного слоя катализатора и движущегося твердого мелкодисперсного теплоносителя [15]. К сожалению, в промышленности этот процесс не реализован.

Вопросы экологии всегда стояли остро перед азотной отраслью промышленности. Одной из первых была созданная Р.П. Наумовой лаборатория биологической очистки сточных вод. Ею затем долгое время руководили В.А. Ливке и Б.П. Жанталай. Ими разработаны технологии биохимической очистки сточных вод производств капролактама, ацетилена, винилацетата, адипиновой, себаценовой и уксусной кислот; 3,5-метилпиразола, метанола, бутандиола, АГ-соли и др. Результаты работ позволили создать комплексы очистки промстоков на 17 промыш-

ленных площадках, а иногда совместно с бытовыми стоками городов [16]. Из стоков удалялись не только органические компоненты, но и связанный азот. Для этого была разработана стадия нитри-денитрификации, что обеспечило превращение всех форм связанного азота в молекулярный.

В 1985 г. отдел экологии расширился. Укрепилась группа физико-химических методов очистки. Проводились работы по электрохимическим, адсорбционным методам, озонолу, экологическому катализу. Отдел стал головным в Министерстве минеральных удобрений. Несмотря на всесторонне озвученную актуальность экологических проблем, новые разработки отдела и в советские годы, и сейчас используют очень мало.

В 1960-е гг. выпускниками Черновицкого университета был создан отдел, который занимался защитой металлов от коррозии и электрохимией. Отдел возглавил В.С. Кузуб. Ему удалось создать собственную школу специалистов. Особенностью отдела было сочетание поставленного на высоком уровне эксперимента и использование результатов для решения практических задач [17]. Исследовалось поведение нержавеющей стали, сплавов титана в среде азотной кислоты, а также водородная, карбонильная, углекислотная коррозия [18].

Большие работы были выполнены по анодной защите металлов в электропроводных средах [19, 20]. Работа получила резонанс в отечественной и зарубежной литературе благодаря реализации идеи об искусственно наведенной пассивности сталей, эксплуатируемых в агрессивных средах. Институт выпускал и устанавливал на промышленных объектах необходимую аппаратуру — потенциостаты. Отделом выданы рекомендации по использованию материалов во всех производствах, разрабатываемых институтом. Отдел опубликовал три монографии.

В области органического синтеза наиболее значимой работой являлось производство адипиновой кислоты. С 1970-х гг. эта тематика была передана из ГИАП. Под руководством И.Я. Лубяницкого выполнены системные экспериментальные исследования по всем технологическим стадиям процесса. Их результаты изложены в многочисленных публикациях и монографии [21]. Особо плодотворными были разработки методов управления процессом окисления алициклических спиртов азотной кислотой.

В 1975 г. на ПО «Азот» была построена с участием института первое производство адипиновой кислоты по комплексной закупке у фирмы БАСФ. Глубокие собственные исследования технологии и накопленный опыт ввода в эксплуатацию импортной технологии позволили в

1986 г. построить в Ровно производство по отечественной технологии.

В институте проведены основные исследования, не имеющие аналогов в мировой практике, по производству синтетической себациновой кислоты. Работами руководил Г.Н. Фрейдлин [22]. По указанию руководства Министерства эта тематика и часть сотрудников института были переведены во ВНИПИМ (Тула). Технология была впоследствии реализована на СГПП «Объединение Азот».

К 1990 г. научная часть состояла из 11 отделов и трех лабораторий, а также вспомогательных подразделений общей численностью 660 человек. Опытный завод состоял из двух технологических, механического цехов, конструкторского бюро и ряда служб, общей численностью 375 человек. Совместно с проектной частью институт самостоятельно решал весь комплекс задач — от идеи до ввода производства в эксплуатацию.

Современный период

Именно в этот сложный период институт возглавил П.П. Борисов. Резкое изменение государственного и хозяйственного устройства негативно сказались на научных организациях. Предприятия использовали результаты интеллектуального труда научных и проектных коллективов, вложенные в их комплексы, без компенсации разработчикам. Институты были предоставлены сами себе. В результате к 1995 г. численность научной части сократилась на 47% (до 350 сотрудников); опытного завода — на 43% (до 216 сотрудников). Общая численность института уменьшилась на 50%, но научно-технический потенциал был сохранен. Дальнейшее сокращение требовало ликвидации целых направлений, потери комплексности и потенциальной ценности коллектива, что нельзя было допустить. В связи с этим были активизированы работы по усилению финансирования.

В Украине до 1998 г. предприятия отчисляли 1% от себестоимости продукции в инновационный фонд развития науки. Однако чиновники распоряжались ими по своему усмотрению. В результате системных и длительных обсуждений в 1996 г. удалось добиться, чтобы часть средств оставалась в распоряжении предприятий отрасли и расходовалась на финансирование необходимых им работ. Этим удалось приостановить сокращения и решить ряд государственных проблем.

Были сформулированы основные направления работ: малозатратная реконструкция; создание новых производств с максимальным использованием выведенного из эксплуатации оборудования; расширение тематики исследований и

объектов проектирования; перспективные разработки новых технологий, существенно опережающие лучшие из известных передовых западных фирм.

Первые два направления связаны с отсутствием интереса западных фирм к трудоемким и малооплачиваемым работам, а самостоятельное участие института в крупнозатратных инвестиционных проектах оказалось невозможным из-за необходимости предоставлять кредит. Расширение тематики позволило привлечь в институт средства фармацевтической, газовой и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности. В этих работах широко использовались знания и опыт, накопленные в предыдущие годы. Ниже приведены некоторые современные работы института.

Обеспечение катализаторами предприятий Украины. Общая потребность в катализаторах по Украине составляет 2—3 тыс. т в год (15—20 млн долл.). Более 30% потребляют предприятия производители аммиака. Вклад катализаторов в себестоимость продукции составляет всего 1—2%. Однако в крупнотоннажных агрегатах для агрегатов АМ-1360 единовременная загрузка составляет до 120 т (табл. 1). При средней цене катализатора 10 тыс. долл. перегрузка катализатора обходится от 0,3 до 1,0 млн. При современном состоянии предприятий подобные единовременные затраты весьма существенны и трудновыполнимы. Для производства аммиака СГПП «Объединение Азот» выпускал три катализатора: ГИАП-3-6Н, СТК-1, СА-С. Суммарная мощность по этим катализаторам составляла 5, общая — 6 тыс. т. Катализаторы поставляли во все регионы страны. Разрыв установившихся экономических связей привел к проникновению на рынок России и Украины западных фирм. Первые партии катализатора предлагали предприятиям по заниженным ценам. Это привело к свертыванию производства на территории бывшего СССР. За период с 1991 по 1995 г. выпуск катализаторов в Северодонецке снизился в десять раз. Азотные предприятия Украины попали в полную зависимость от импорта катализаторов. Цены на них стали повышаться. Руководству института, химической отрасли, предприятий потребителей и производителей катализаторов стала ясна критичность сложившейся ситуации.

Усилия руководства и коллективов СГПП «Объединение Азот» и института «Химтехнология» были объединены для возобновления и расширения ассортимента производимых катализаторов. Институт взял на себя научное сопровождение производства катализаторов и сервисное обслуживание при их эксплуатации аналогично услугам, предоставляемым зарубежными фирмами. Разработано, изготовлено и освоено оборудование по загрузке катализатора в мно-

Основные стадии и катализаторы производства аммиака (агрегат АМ-1360)

| Стадия | Катализатор | | |
|---|---------------|-----------------------------------|--------------------|
| | Количество, т | Состав | Срок пробега, годы |
| Гидроочистка | 30 | Al, Co, Mo | 10 |
| Сероочистка | 80 | ZnO | 5—10 |
| Паровая конверсия природного газа | 25 | Ni/Al ₂ O ₃ | 3—6 |
| Паровоздушная конверсия природного газа | 40 | Ni/Al ₂ O ₃ | 5—7 |
| Высокотемпературная конверсия CO | 100 | Оксиды Fe, Cr | 5—10 |
| Низкотемпературная конверсия CO | 90 | Оксиды Cu, Zn, Al | 4—6 |
| Абсорбция CO ₂ | — | — | — |
| Метанирование | 40 | Ni/Al ₂ | 10 |
| Синтез аммиака | 120 | Fe, промоторы | 5—10 |

готрубчатые реакторы (В.М. Иванов), что позволяет формировать катализаторные слои с прогнозируемыми структурными характеристиками. Проведены загрузки на предприятиях Украины и Алжира. В конкуренции со стороны инофирм важны стоимость и качество катализаторов. Стоимость катализаторов несколько ниже зарубежных, но, чтобы обеспечить качество, по-

требовалось ужесточить контроль сырья, производства и создать в институте сертификационный испытательный центр.

Важным фактором стало сотрудничество катализаторного производства и института с фирмой АО «Алвиго» (Таллинн). В результате осуществлен выпуск новых катализаторов для всех стадий производства аммиака и метанола (табл. 2). В 2001 г.

Катализаторы производства НПК «Алвиго-КС»

| Марка | Назначение |
|---------------------------------|--|
| ГПС-1, ГПС-2, ГПС-3, ГПС-4 | Гидроочистка природного газа |
| СГО-15 | Гидроочистка дистиллятных нефтепродуктов и ароматических углеводородов |
| СПС-Ф, СПФ-ФП | Тонкая очистка газов от сернистых соединений |
| ГИАП-3-6Н, ГИАП-8С | Паровоздушная конверсия газообразных углеводородов |
| ГИАП-14С | Защитный слой катализаторов паровоздушной конверсии углеводородов |
| К-905D, К-87 | Паровая, пароуглекислотная конверсия углеводородов |
| СТК-1, СТК-СФ, СТК-СМК, СТК-СМФ | Среднетемпературная конверсия оксида углерода |
| СНК-2, КСО-С | Низкотемпературная конверсия оксида углерода |
| НКМ-1С | Метанирование |
| СА-С | Синтез аммиака |
| АПК-2, АПЭК-0,5 | Очистка газов от оксидов азота, монооксида углерода и углеводородов |
| РПК-1 | Очистка газов от оксидов азота, монооксида углерода и углеводородов |
| ПК-3 | Очистка газов от горючих примесей и кислорода |
| РК-3 | Очистка газов от оксидов азота |
| ЦАК-1, ЦАК-3 | Синтез винилацетата |
| СМС-4, СМС-5, СНМ-У | Синтез метанола |
| АВК-10, АВК-10М, АМЦ | Очистка газов от оксидов азота |

на базе производства катализаторов СГПП «Объединение Азот» создано совместное предприятие, учредителями которого являются АО «Алвиго» и Фонд государственного имущества Украины. В настоящее время украинские катализаторы эксплуатируются на 28 предприятиях бывшего СССР.

Реконструкция устаревших агрегатов производства метанола. Для Ионавского АО «Ахема» институтом в 2001 г. выполнена работа по реконструкции производства метанола. Это стало возможным благодаря достаточно масштабному освоению ЭВМ (А.С. Шмелев, В.Б. Попов). Ранее были разработаны и проверены на действующих объектах математические модели производств аммиака и метанола. Благодаря этому за шесть месяцев выполнена работа от разработки исходных данных до пуска. Из трех агрегатов синтеза под давлением 320 атм и проектной мощностью 105 тыс. т в год создана новая схема с рабочим давлением 80 атм, температурой 200–260 °С, мощностью 74 тыс. т в год. Использован катализатор СМ-У с повышенной активностью. Агрегат был выведен на проектный режим. В результате реконструкции расход энергии снизился на 470–500 кВт на тонну метанола.

Самообеспечение сырьем предприятий Украины. Знание проблем предприятий азотного профиля позволило институту сформулировать ряд актуальных задач. Одна из них — максимально возможная замена импортируемого сырья. Рассмотрена возможность перевода производства азотных удобрений на синтез-газ, получаемый из угля, а органических продуктов на продукты коксохимии и возобновляемое растительное сырье [23]. Например, для производства адипиновой кислоты, капролактама и других продуктов используют импортируемый нефтехимический бензол. В Украине производится в больших количествах коксохимический (сырой) бензол, который значительно загрязнен соединениями серы. Он вывозится в другие страны и частично возвращается в Украину после очистки. Стоимость импортируемого бензола возрастает по сравнению с экспортируемым почти в три раза. Институт предложил предприятиям — потребителям бензола и Лисичанскому НПЗ — оплатить разработку установки очистки сырого бензола на базе неиспользуемого оборудования. Были получены заказы.

Институт ранее не занимался этой проблемой. Научная часть собрала банк данных, ознакомилась с действующими установками, выявила узкие места, провела теоретические расчеты, определила ряд физико-химических констант для процессов массопередачи, выполнила экспериментальные исследования по каталитической гидроочистке. В результате создана оригинальная

технологическая схема, включающая элементы «ноу-хау». Основным товарным продуктом являются бензол и толуол. Мощность производства 65 тыс. т в год. Расчетный срок окупаемости один год. Проект выполнен для Лисичанского нефтеперерабатывающего завода.

ГНИПИ «Химтехнология» располагает опытом выполнения научно-исследовательских и проектных работ по реконструкции установки переработки пироконденсата для процесса глубокой очистки сырого каменноугольного бензола с использованием собственных «ноу-хау».

Переработка отвалов фосфогипса. Эта проблема характерна для многих стран. По договору с ОАО «РовноАзот» проведены научно-исследовательские и проектные работы утилизации фосфогипса. В Ровно находится более 13 млн т фосфогипса. Вода и ветер размывают и раздувают отвалы, загрязняя окружающую среду. Предложенные ранее варианты промышленной переработки фосфогипса остались нереализованными из-за наличия вторичных отходов, низкого качества продуктов, неприемлемых энергозатрат.

Разработана безотходная комплексная технология и аппаратное оформление процесса переработки фосфогипса в сульфат аммония, известково-аммиачную и/или кальциевую селитру и концентрат редкоземельных элементов путем реконструкции одной из линий цеха экстракционной фосфорной кислоты и продуктов ее переработки. Обеспечена 100%-я переработка фосфатного сырья с полной рекуперацией серной кислоты, затраченной в процессе получения фосфорной кислоты. Одновременно расширяется ассортимент выпускаемых удобрений.

Известково-аммиачная селитра является физиологически нейтральным удобрением. На мировом рынке она по сравнению с аммиачной селитрой имеет более высокую цену в пересчете на азот. Прибыль от реализации 1 т азота в известково-аммиачной селитре возрастает на 25–35 долл.

Институтом выполнен и принят для реализации на ОАО «РовноАзот» рабочий проект. Мощность комплекса — 360 тыс. т фосфогипса в год. При этом получается сульфата аммония — 350, известково-аммиачной селитры — до 670 тыс. т в год. Срок окупаемости проекта 3,5 года.

Утилизация отходов производства адипиновой кислоты. Украина располагает двумя современными производствами адипиновой кислоты (Северодонецк, Ровно). Одним из путей повышения технико-экономических показателей агрегатов является утилизация побочных продуктов. В производстве образуется и выделяется смесь низших дикарбоновых кислот (НДК) с медно-ванадиевым катализатором. Развитие исследований и создание промышленной установки в

Ровно стимулировалось экологическим состоянием региона.

Институтом совместно с ОАО «РовноАзот» в 1998 г. введена в эксплуатацию технология очистки смеси НДК с использованием оборудования закрытого производства СГ-соли. В результате на экспорт направляется товарная смесь НДК. Выделенный катализатор возвращается в технологический цикл. Срок окупаемости разработки два года.

В настоящее время разрабатывается технология разделения смеси НДК на индивидуальные кислоты, что повысит их коммерческую ценность. Кроме того, ведутся работы по выделению адипиновой кислоты из отходов производства капролактама.

Система контроля и регулирования процесса нейтрализации в производстве аммиачной селитры. В условиях промышленности взаимодействие аммиака и азотной кислоты всегда проводят с некоторым избытком одного из реагентов. Проектные системы регулирования характеризуются невысокой точностью и инерционностью. Это приводит к потерям азотной кислоты с продуктом в количестве 4–10 г/л, а с соковым паром — 2–10 г/л. Потери аммиачной селитры составляют 5–35 г/л. В результате — загрязнение окружающей среды, перерасход реагентов и потери продукта.

В институте разработана принципиально новая система контроля и регулирования процесса нейтрализации и одновременно коррозионного состояния оборудования. В результате, потери сырья и продукции снижаются в 10–20 раз. Успех связан с созданием датчика, способного работать длительное время в агрессивной среде. При стоимости внедрения системы порядка 20 тыс. долл. экономический эффект составляет не менее 120 тыс. долл.

Система внедрена на СГПП «Объединение Азот», ОАО «Концерн Стирол» (Горловка) и ОАО «РовноАзот». Разработанный способ может использоваться для управления любым процессом нейтрализации.

Развитие работ по карбонилированию метанола в уксусную кислоту. В течение ряда лет институт разрабатывал эту проблему. Однако оборудование и лицензия по данному методу были приобретены у фирмы «Монсанто» (США). При участии специалистов института в городах Северодонецке и Невинномысске введены в эксплуатацию производства уксусной кислоты. В 1998 г. в соответствии с соглашением закончился срок ограничений на право воспроизводства технологии. К этому времени права на данную технологию перешли к фирме «БП Амоко» (Великобритания) — одному из крупнейших производителей уксусной кислоты. Ряд зарубежных фирм развивающихся стран начали переговоры с институ-

том о создании производств. Наметилась борьба за рынок с мировыми фирмами. В результате длительных правовых, технических и финансовых переговоров (П.П. Борисов, М.Д. Пукиш, А.В. Уманский) были достигнуты взаимовыгодные соглашения с «БП Амоко». В настоящее время «Химтехнология» совместно с фирмой «Зальцгитер» (ФРГ) выполняет проект для Ирана. Разрабатывается как промышленное производство, так и установка для обучения персонала и научных исследований.

Хотя работы выполнялись и ранее, потребовалось самостоятельно решить ряд сложнейших задач. Имевшихся в нашем распоряжении химико-физических данных оказалось недостаточно. В доступной литературе, в Интернете, специальных коммерческих программах удалось найти очень мало. Более того, наиболее интересными были ссылки на ранее опубликованные работы нашего сотрудника А.В. Гранжана. В итоге работы ряда отделов была решена задача по созданию базы данных для расчета и моделирования процесса. На этой основе выполнен базовый проект. Институт продемонстрировал, в том числе и себе, техническую зрелость, способность создавать производства на мировом уровне.

Опытный завод. В период с 1967 по 1991 г. опытный завод был экспериментальной базой для проверки и доработки технологических процессов, аппаратуры и производства опытно-промышленных партий малотоннажной продукции. Его услугами пользовались и другие институты страны. Общая площадь производственных помещений завода около 18000 м². В настоящее время опытная база из-за отсутствия достаточного финансирования используется мало. Однако на пилотных установках завода проводили разработку процесса каталитической гидроочистки бензола, испытание катализаторов синтеза аммиака, обезвреживание органических отходов с применением технологии аэрозольного катализа. На ранее созданных опытных установках производили бутиндиол, виниловые спирты, метилпирозол для поставки за рубеж.

С целью сохранения экспериментальной базы и завода было выбрано направление на разработку и организацию выпуска некоторых малотоннажных продуктов, которые не производят другие предприятия Украины. Наиболее перспективными оказались медсубстанции. Технологические процессы для их производства разработаны научными коллективами лабораторий института и опытного завода. Работы частично финансировали централизованно, однако выделяемых средств с учетом протекающей в тот период гиперинфляции оказалось недостаточно для выполнения программы в полном объеме.

Созданы и усовершенствованы технологии для производства аминокaproновой кислоты и аминалона. За счет собственных средств, медленно, но идет создание новых установок синтеза оксибутирата натрия, ацемина, винилина (бальзам Шостаковского). Это позволило сохранить ранее созданную экспериментальную базу и поддерживать ее в рабочем состоянии.

Современное состояние и будущее производства аммиака. Производство азотных удобрений всегда будет заботой человечества. В настоящее время именно на эти цели расходуется аммиак. Современный процесс, базирующийся на переработке природного газа, чрезвычайно энергоемок. Даже у новейших разработок передовых фирм энергозатраты составляют 6,5–7,0 Гкал на 1 т аммиака. Украина и Россия эксплуатируют морально устаревшую технологию с затратами порядка 12 Гкал на 1 т, а на серьезно реконструированных агрегатах — 10 Гкал на 1 т. Основная масса аммиака и удобрений обеими странами экспортируется. Предприятия России находятся в лучшем положении, так как используют более дешевый природный газ. Следует ожидать, что в ближайшие годы украинские предприятия станут неконкурентоспособными. В результате и внутренний рынок перейдет на импортные удобрения. Решением может быть или приобретение по импорту новейших технологий, или коренная реконструкция существующих агрегатов. Первый путь ясен, однако мало вероятен для современной Украины.

На основе собственного и зарубежного опыта нашим институтом проработаны варианты реконструкции агрегатов АМ-1350. Лучшие к настоящему времени результаты по энергозатратам составляют 6,1–6,8 Гкал на 1 т. Это согласуется с данными зарубежных авторов, в которых указывается 5,4 Гкал на 1 т. Выбор варианта зависит от условий предприятия и требует выполнения ТЭО. В любом случае необходимы затраты.

Проработка вариантов более эффективного решения производства азотных удобрений продолжается. Возможно, следует воспользоваться разработками М.М. Караваева по использованию каталитического окисления атмосферного азота оксидами азота [24]. Такие работы в соответствии с соглашениями проводит и институт, но по технологии аэрозольного катализа.

Аэрозольный катализ — новое направление в химической технологии. За более чем столетнюю историю развития катализа очень мало достижений в области технологии его применения: стационарный, псевдооживленный, движущийся слой катализатора. Они освоены в первые годы промышленного применения газофазного гетерогенного катализа. Институт разработал принципиально новую схему газофазного гетероген-

но-каталитического процесса [25]. В ее основе — отказ от катализа на носителях, использование каталитически активных частиц в мелкодисперсном состоянии, равнодоступность реагентов к каталитически активной поверхности. В лабораторных условиях осуществлены реакции глубокого и парциального окисления, восстановления, винилирования, деоксихлорирования, хлорирования, сульфирования и др. Основной результат — скорость реакции увеличивается в расчете на массу катализатора в 10^4 – 10^5 раз. Селективность процессов возрастает. Ряд реакций проведено на опытных установках на нашем заводе и в Швеции. Работа защищена рядом патентов.

В настоящее время закончен рабочий проект создания агрегата по переработке отходов производства винилхлорида для АО «Саянскхимпласт». Технология предусматривает получение хлористого водорода из отходов и возврат его на стадию оксихлорирования этилена. Расчетный срок окупаемости затрат — два года.

Что помогло выжить и прогноз

- К 1990 г. институт сформировался как комплекс (проект, наука, опытная база), способный решать задачи от идеи до пуска.
- Большой и разнообразный опыт создания современных производств.
- Сохранение организации как единого коллектива.
- Опыт работы с иностранными фирмами.
- Институт был востребован рядом крупномасштабных производств, переориентировавшихся на внешний рынок.
- Сокращение 1991–1995 гг. не затронуло ведущих специалистов.
- Активная позиция в расширении сферы деятельности.
- Авторитет у руководства отрасли и предприятий.
- Заказы зарубежных стран на выполнение проектов.

Мы не переоцениваем собственных заслуг. В значительной степени это благоприятное стечение обстоятельств. Подобные институты нужны в большей степени государству, чем отдельному предприятию или даже отрасли. Такие организации — гаранты экономической и военной безопасности страны. Без финансовой поддержки государства плодотворная творческая работа невозможна. Она должна выражаться в адресном финансировании, в заказах и финансовой поддержке пионерских работ, налоговых льготах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов П.П. Химическая промышленность, 1999, № 3, с. 137—139.
2. Лендер Ю.В., Ведерников В.И., Рудой И.В., Сухин В.П. Производство метанола и формалина. Киев: Техніка, 1972, 172 с.
3. Караваев М.М., Мастеров А.П. Производство метанола. М.: Химия, 1973, 160 с.
4. Караваев М.М., Мастеров А.П., Леонов В.Е. Промышленный синтез метанола. М.: Химия, 1974, 144 с.
5. Караваев М.М., Леонов В.Е., Попов И.Г., Шенелев Е.Т. Получение синтетического метанола. М.: Химия, 1984, 240 с.
6. Гликин М.А. Эффективность и взрывобезопасность процессов химической технологии. Киев: Принт экспресс, 2000, 392 с.
7. Лендер А.А., Краснянская А.Г., Черпнова А.П. и др. Химическая промышленность, 1999, № 3, с. 172—177.
8. Лендер А.А., Топчий В.А., Овсиенко П.В. Хім. пром. України, 2000, № 1—2, с. 34—41.
9. Калинин Ф.П. Химическая промышленность, 1999, № 3, с. 163—166.
10. Шевчук В.У. Газовая промышленность, 1967, № 5, с. 49—50.
11. Темкин О.Н., Шестиков Т.К., Трегер Ю.А. Ацетилен — химия, механизмы реакций, технология. М.: Химия, 1991, 416 с.
12. Борисов П.П., Пукиш М.Д., Воронков А.П. и др. Хім. пром. України, 2000, № 1-2, с. 63—67.
13. Бондарь П.Ф., Мемедяев З.Н., Олексиук В.Ф. Химическая промышленность, 1999, № 3, с. 170—172.
14. Мемедяев З.Н., Бондарь П.Ф., Ильиных А.А., Москалик В.М. Хім. пром. України, 2000, № 1—2, с. 72—75.
15. Крупник Л.И., Овсиенко П.В. Там же, с. 75—79.
16. Ливке В.А., Губернаторова В.А., Рязанцева Е.Ф., Заука О.Г. Там же, с. 88—93.
17. Гру Б.А. Там же, с. 103—108.
18. Новицкий В.С., Пищик Л.М. Коррозионный контроль технологического оборудования. Киев: Наукова думка, 2001, 171 с.
19. Кузуб В.С. Анодная защита металлов от коррозии. М.: Химия, 1983, 184 с.
20. Кузуб В.С. Анодная защита технологического оборудования. М.: Металлургия, 1989, 96 с.
21. Фурман М.С., Бадриан А.С., Гольдман А.М. и др. Производство циклогексана и адипиновой кислоты. М.: Химия, 1967, 240 с.
22. Фрейдлин Г.Н. Алифатические дикарбоновые кислоты. М.: Химия, 1978, 263 с.
23. Гликин М.А., Новицкий В.С., Воронков А.П. и др. Хім. пром. України, 2000, № 1—2, с. 7—18.
24. Иванов А.Ю., Караваев М.М. Химическая промышленность, 1999, № 3, с. 21—24.
25. Гликин М.А., Кутакова Д.А., Принь Е.М. и др. Хім. пром. України, 2000, № 1-2, с. 80—88.