

Товажнянский Л.Л., Ведь В.Е.

**РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ КАФЕДРЫ
«ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ»
НТУ «ХПИ»**

Кафедра «Общая химическая технология» (ОХТ) Харьковского химико-технологического института (ХХТИ) была основана в 1927 году. Первым заведующим кафедрой был профессор Некрич М.И., автор учебника по курсу общей химической технологии и 130 научных работ. Широкое использование в промышленности получили исследования, выполненные под его руководством, по получению сернистого железа из пирита, механической разливки каустика и другие.

Кафедра «Общая химическая технология, процессы и аппараты» (ОХТ, ПА) была создана на базе кафедры ОХТ ХХТИ в 1949 году при организации Харьковского политехнического института (ХПИ). Заведующим кафедрой ОХТ, ПА был назначен заместитель директора реорганизованного ХХТИ, доцент, ставший профессором на кафедре, Гончаренко Г.К., который руководил ею по 1976 год. Он являлся известным ученым в области диффузионных процессов и технологии использования природного газа. Им опубликовано около 150 научных работ. В начале 60-х годов д.т.н. проф. Гончаренко Г.К. и его аспиранткой, впоследствии проф. кафедры Готлинской А.П. создана новая теория механизма массопередачи в системе жидкость – жидкость (теория «пресольватации»), получившая широкий резонанс у нас в стране и за рубежом. Оценка большого вклада кафедры в науку выразилась в присвоении ей статуса «Харьковская школа экстракции».

Научными направлениями кафедры ОХТ, ПА в тот период являлись:

- разработка технологии очистки сточных вод промышленных предприятий экстракционным методом (Завод им. Малышева, Шебелинский химкомбинат, нефтеперерабатывающие заводы Западной Украины, Башкирии, Восточной Сибири и др.);
- интенсификация и разработка аппаратуры экстракционных процессов (разработаны новые типы экстракторов – шнековые и трубчатые);
- разработка интенсивных методов процессов экстрагирования (фармацевтические, пищевые предприятия).

С 1977 года кафедрой заведует доцент, а позже, профессор, Заслуженный деятель науки и техники, лауреат Государственной премии Товажнянский Л.Л., в настоящее время являющийся ректором Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Д. т. н. Товажнянский Л.Л. заложил основы научной школы в области интенсификации тепломассообменных процессов в сложных гомо- и гетерофазных системах. Развитие работ по этому направлению выразилось в создании методов расчетов аппаратов для проведения химических и тепловых процессов, разработке новых технологий и материалов. Сотрудниками кафедры выполнен комплекс теоретических и экспериментальных исследований по созданию методов расчета тепловых и гидромеханических характеристик пластинчатых теплообменных аппаратов для различных областей их применения. Это послужило основой создания принципиально новых конструкций теплопередающих поверхностей и пластинчатых теплооб-

менников для различных процессов химической технологии, включающих нагревание, охлаждение, конденсацию вакуумных паров из парогазовых смесей. Некоторые из разработанных конструкций пластинчатых теплообменных аппаратов отечественных и зарубежных аналогов, даже до настоящего времени, не имеют. Внедрение конструкций пластинчатых теплообменников, разработанных на кафедре, было осуществлено практически более чем на трех десятках промышленных предприятий СССР и стран СНГ, в частности на таких крупнейших, как Северодонецкое ПО «Азот», ПО «Салаватнефтеоргсинтез», Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича, Чирчикское ПО «Электрохимпром» и др.

Также в период до 90-х годов на кафедре созданы высокотемпературные электроизоляционные эрозионностойкие покрытия и подложки датчиков определения термо- и вибронпряженного состояния компрессорных, рабочих и сопловых лопаток турбин, топливных трубопроводов, заклапанных полостей камер сгорания и сопел современных авиационных ГТД (доц., затем д.т.н. проф. Ведь В.Е.). Разработанные материалы позволили повысить температуры измерений с 600 до 1200 °С на жаропрочных сплавах для элементов турбин и до 1500 °С на керамических датчиках температуры газового потока, керамических турбинных лопатках и измерителях максимальных температур на основе облученных алмазов. Работы были внедрены практически на всех предприятиях Минавиапрома СССР. Разработанные высокотемпературные электроизоляционные материалы с высокими адгезионными свойствами нашли применение в приемниках лучистых потоков, установленных на внешней поверхности искусственного спутника Земли «Искра-2».

В рамках этого научного направления были разработаны электроизоляционные коррозионностойкие покрытия рабочих органов движителей ориентации космических кораблей с температурой эксплуатации до 1500 °С. Материалы покрытий и технология их нанесения внедрены для серийного производства движителей.

Параллельно на кафедре (д. т. н. проф. Кудрин Ю.П.) проводились исследования по совершенствованию и разработке процессов безотходной технологии и оборудования для переработки маслосодержащих материалов с целью расширения сырьевой базы и повышения качества пищевых масел и белков. Результатами выполненных исследований явились новые конструкции прессующих трактов шнековых маслоотжимных прессов, применение которых позволило повысить производительность маслопроизводящего оборудования, увеличить ресурсы пищевых растительных масел, жиров, белка и белоксодержащих продуктов для питания и для корма сельскохозяйственных животных. Результаты работ внедрены на предприятиях Минпищепрома СССР в Украине, России, Казахстане, Таджикистане, Латвии.

Для внедрения в промышленность и коммунальное хозяйство результатов научных исследований в области пластинчатых теплообменных аппаратов и энергоэффективных теплообменных систем, разрабатываемых на кафедре ОХТ, ПА под руководством проф. Товажнянского Л.Л., в 1991 году на базе кафедры была создано АО «Содружество-Т» (директор проф. Капустенко П.А.). С 1994 года «Содружество-Т» сотрудничает с фирмой Альфа Лаваль, крупнейшим в мире производителем пластинчатых теплообменных аппаратов, и становится официальным дистрибьютором продукции Альфа Лаваль в Украине, ряде областей европейской части России, Бело-

руссии, Молдовы, проводит сервисное обслуживание теплообменного оборудования на этих территориях.

«Содружество-Т» организовало и освоило производство пластинчатых теплообменников и модульных теплоустановок, которые могут быть использованы как индивидуальные тепловые пункты (ИТП), а также при реконструкции центральных тепловых пунктов, теплораспределительных станций и котельных тепловой мощностью от 20 кВт до 10 МВт. Основным элементом теплоустановок являются пластинчатые теплообменники разборной и неразборной конструкции, которые комплектуются насосным оборудованием, автоматикой и другими средствами регулирования ведущих европейских производителей. Преимуществом модульных ИТП является их высокая компактность и возможность регулирования расхода теплоносителя, что позволяет экономить 15-20 % тепла при сроке окупаемости, не превышающем двух лет. Наибольший эффект модульные ИТП дают при реконструкции открытых схем теплоснабжения.

Параллельно в 90-х годах XX века на кафедре проводились исследования по созданию технологии нанесения высокотемпературных теплозащитных эрозионностойких покрытий внутренних поверхностей высокой чистоты деталей сложных конфигураций – элементов выпускных трактов ДВС (проф. Ведь В.Е.). Созданная технология нанесения и формирования теплозащитных покрытий внутренних поверхностей элементов выпускных каналов ДВС непосредственно в процессе отливки деталей не имеет аналогов. Теплозащитные покрытия позволяют уменьшить расход топлива транспортных средств, повысить КПД двигателей, снизить их материалоемкость.

В рамках этого научного направления получили развитие работы по созданию керамических нагревателей. Применение разработанных керамических нагревателей контактного типа позволило реализовать передачу тепла нагреваемым объектам за счет теплопроводности, т.е. с минимальными тепловыми сопротивлениями в теплопередающей системе, а также передавать тепло направленным и равномерно распределенным тепловым потоком с максимально развитой теплопередающей поверхностью заданной сложной конфигурации. Применение таких нагревателей нового типа в электрических теплообменниках, химических реакторах, сушильном оборудовании, бытовых приборах и др. позволяет достичь 20-40 % экономии электроэнергии. Разработаны и инфракрасные нагреватели, генерирующие направленно 80-90 % теплового потока, позволяющие оценить энергоэффективность их использования выше 50 %.

В 1995 году на базе кафедры ОХТ, ПА совместно с АО «Содружество-Т» и кафедрой интеграции процессов Института науки и технологии Манчестерского университета (Великобритания) создан Центр энергосберегающих интегрированных технологий, руководителем которого стал проф. Товажнянский Л.Л.. С этого времени развивается научное направление работ по созданию теоретических основ энергосберегающих интегрированных процессов с целью проведения энергоэффективных реконструкций промышленных предприятий или их проектирования. Развитие методов интеграции процессов позволило обосновать и предложить единый оптимальный подход, применимый как к проектированию, так и к реконструкции или отдельного технологического процесса, или промышленного комплекса в целом.

Созданная теория и новые методы интеграции процессов работами сотрудников кафедры (проф. Товажнянский Л.Л., проф. Капустенко П.А., вед. научн. сотр. Ульев Л.М.) предложены к применению для предприятий, использующих как непрерывные циклы производства, так и с периодическими циклами. На кафедре впервые в мире разработан пакет интерактивного математического обеспечения, позволяющий проектировать технологические схемы сложных теплообменных систем с потреблением энергии, близким термодинамически обоснованному минимуму. Применение разработанных методов позволяет также оценить энергосберегающий потенциал и потенциал уменьшения вредных выбросов не только предприятий, но и больших производственных комплексов.

Практическое применение разработанной теории интеграции процессов выразилось в проведении анализа энергопотребления различных химических производств и систем теплоснабжения в жилищно-коммунальном хозяйстве, на предприятиях нефтеперерабатывающей, коксохимической, пищевой, металлургической, промышленности строительных материалов и др., который показал, что энергосберегающий потенциал обследованных предприятий составляет 45-60 % потребляемой энергии. Это свидетельствует о том, что создание, внедрение и развитие энергосберегающих интегрированных технологий на предприятиях, которые являются конечными потребителями произведенной энергии, приведет как к уменьшению удельного энергопотребления, так и к значительному снижению вредных выбросов от утилитных объектов.

Использование открытых фундаментальных закономерностей в рамках такого нового направления науки позволяет создать принципиально новые технологические методы, внедрение которых на промышленных предприятиях Украины, применяющих химико-технологические способы производства и переработки продуктов, приведет к снижению удельных энергозатрат на 30-70 %. Созданные методы позволяют производить энергоэффективные системы промышленных производств, которые являются оптимизированными по приведенной цене. Исследования, проведенные на кафедре в последнее время показали, что проведение мероприятий по использованию результатов, полученных по расчетам интеграции процессов на предприятиях химико-технологического цикла только четырех областей Северо-востока Украины, позволит уменьшить энергопотребление ими 10-12 млн. тонн условного топлива в год, что соответствует экономии 4 млрд. долларов США. При этом выбросы оксида углерода в атмосферу снизятся на 7,2 млн. тонн в год, а отходы твердых веществ могут быть уменьшены на 30-40 % от настоящего уровня таких выбросов. Необходимо отметить, что созданные методы можно и необходимо в дальнейшем расширить на все регионы Украины.

В мире такие фундаментальные исследования в настоящее время могут быть выполнены только учеными подразделений двух университетов, где созданы, развиты и непрерывно совершенствуются методы интеграции процессов, которые отразились и в новом названии кафедры Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» – «Интегрированные технологии, процессы и аппараты» и кафедры интеграции процессов Института науки и технологии Манчестерского университета.

Кроме этих исследований на кафедре в последнее время выполняются работы по созданию новых типов преобразователей вредных газовых выбросов промышленных

предприятий и транспортных средств (проф. Веды В.Е.), основанные на экспериментальных и теоретических исследованиях, позволяющих создавать модели и алгоритмы численного решения задач о кинетике протекания процессов конверсии газов, смешении газов, описывающих процесс тепловыделения в реакторах проточного типа, что дает возможность осуществить прогноз полей температуры, давления и концентрации веществ примесей и разрабатывать новые конструкции каталитических нейтрализаторов.

Еще одним направлением научных исследований кафедры ИТПА является совершенствование технологии поверхностного модифицирования углеродистых сплавов (проф. Товажнянский Л.Л., вед. научн. сотр. Заец И.И.). Использование результатов этих работ в промышленности позволит заменять легированные нержавеющей стали, дефицитные сплавы и титан на черный металл с покрытием, на основе которого можно изготовить основные комплектующие изделия для всех отраслей машиностроения: подшипники, шестерни, плунжерные пары, тормозные диски, режущий, штамповый и рубящий инструмент, запорную арматуру, сопла, инжекторы, рабочие органы и патрубки насосов для абразивных сред, детали для работы в агрессивных средах (метизы, фитинги, насадки), полуфабрикаты (листовая сталь, трубы) и проч. Теоретические исследования по этому направлению связаны с разработкой физико-химических приемов регулирования химического процесса образования и свойств карбидной фазы и созданию аппаратурно-технологических расчетов для совершенствования процесса легирования.

Научные сотрудники кафедры принимают участие в выполнении ряда международных проектов по энергосбережению и охране окружающей среды, в том числе по программам *TACIS*, *TALS*, *INTAS*, *COPERNICUS*, *REAP*, *SENER* и другим, что является подтверждением высокого уровня разработок и квалификации специалистов и поддерживает научные связи с учеными России, Великобритании, Франции, Испании, США, Китая, Польши, Румынии, Швеции. Кафедра издает научно-практический журнал «Інтегровані технології та енергозбереження», ежегодно проводит международную конференцию по интеграции процессов и энергосбережению.

Товажнянський Л.Л., Веды В.Є.

**РОЗВИТОК НАУКОВИХ НАПРЯМКІВ КАФЕДРИ
"ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ"
НТУ "ХПІ"**

Коротко приведена історія, етапи розвитку й зміст основних наукових напрямків кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут".