



АНАЛИЗ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ



С.Ю. Панов – доктор технических наук,
декан факультета экологии
и химической технологии,
Воронежский государственный
университет инженерных технологий

Химическая промышленность играет важную роль в экономическом развитии практически всех отраслей промышленности и других сфер деятельности. Достижениями химии определяют конкурентоспособность таких отраслей как машиностроение, автомобилестроение, авиастроение энергетика, лесная промышленность, легкая промышленность, сельское хозяйство. Более того без развития химической промышленности невозможно улучшение состояния окружающей среды и решение таких глобальных проблем, как нехватка ресурсов, энергии и продовольствия.

Уровень химизации – общепризнанный критерий общественно-экономического развития любого государства.

Основными тенденциями в развитии мировой химической промышленности, определяющие тенденции развития технических систем, в частности процессов и аппаратов, являются:

- Появление новых типов сырья для химической промышленности, в т.ч. минеральные и энергетические ресурсы и возобновляемые ресурсы.
- Новый подход к политике химических веществ: проектирование, производство и использование химических веществ, процессов и продуктов должны быть безопасными для здоровья человека и окружающей среды.
- Объединение в новый кластер химической промышленности, сельскохозяйственной отрасли и энергетики.
- Повышение качества продуктов нефтепереработки, и принятие новых регламентов на топливо.
- Растущий вклад информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) на всех этапах разработки, производства, сбыта и утилизации продукции.



- Повышение энергоэффективности химического производства.
- Ужесточение системы международной сертификации продукции, введение новых экологических норм.

Известные подходы развития технических систем в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности сводятся к следующим способам [1]:

- наилучшее использование движущей силы химико-технологических процессов;
- наилучшее использование сырья;
- наилучшее использование топливно-энергетических ресурсов;
- наилучшее функционально-структурное использование аппаратов и машин;
- обеспечение и повышение надежности;
- рациональная компоновка оборудования.

Для повышения эффективности процессов управления необходимо при подготовке управляющих решений анализировать не только прошлую и текущую информацию об объекте управления, но и прогнозную информацию об альтернативных путях развития объекта и о возможных последствиях принятия того или иного решения. Прогнозирование является необходимой функцией управления на каждом уровне иерархии управления (табл. 1).

В зависимости от масштаба объекта научно-технического прогресса обычно выделяют следующие виды прогнозов:

- Прогнозы развития узлов и блоков машин (подетальные прогнозы)
- Прогнозы отдельных видов продукции и технологических процессов (видов производства)
- Прогнозы развития отдельных отраслей промышленности
- Прогнозы комплексных технологических задач (межотраслевые прогнозы)
- Прогнозы национального научно-технического прогресса
- Прогнозы мирового научно-технического прогресса
- Синтез всех видов и типов прогнозов приведет к определению мирового и национального развития, позволит выбрать наиболее перспективные технические решения, определить новые области научных исследований, оценить экономическую эффективность их практического использования.



Таблица 1 – Задачи развития технических систем на различных иерархических уровнях

Наномасштаб	Микромасштаб	Мезомасштаб	Макромасштаб	Мегамасштаб
Молекулы	Частицы, капли, пузыри	Основные процессы и аппараты	Агрегат/завод/комбинат	Рынок/Окружающая среда
1. Катализ, включая биокатализ 2. Разделение смесей	1. Интенсификация гидродинамических, тепло- и массообменных процессов 2. Интеграция процессов переноса, разделения и смещения 3. Совмещение нескольких химических реакций 4. Создание покрытий различного назначения	Снижение энерго- и материалоемкости путем совершенствования процессов и аппаратов: 1. Применение новых процессов 2. Оптимизация традиционных процессов 3. Новые типы аппаратов	Интеграция, моделирование, оптимизация технологических процессов и систем, в том числе термодинамическая оптимизация энергетических и материальных потоков	Взаимосвязь объема продаж, энергетических и материальных ресурсов, выбросов в окружающую среду: 1. Переход на возобновляемые энергисточники. 2. Разработка малоотходных производств. 3. Учет требований рынка.
Сложность молекулярных механизмов		Сложность процессов и их промышленной реализации		

На молекулярном уровне (*наномасштаб*) речь идет о поиске решений или их последовательности, обеспечивающих изначально безотходную технологию. Путь замены реакций с низкой атомной селективностью на новые каталитические процессы с полным использованием всех атомов исходных реагентов в конечном продукте оказывается очень плодотворным для сокращения отходов (например, эволюция катализаторов для окисления аммиака и уменьшения выбросов NO_x). На уровне наномасштаба огромное значение имеет катализ, в том числе биокатализ. В перспективе ожидается массовое производство химических продуктов из возобновляемых ресурсов: биотоплива, продуктов из биodeградирующих полимеров, биосенсоров и биочипов, биоремедиация сточных вод, почв.

Новые каталитические технологии способствуют решению проблем самостоятельной рентабельной переработки «тяжелой» высоковязкой нефти, а также тяжелых остатков нефтеперерабатывающих производств. Глубина переработки нефти в странах ЕС составляет не менее 85 %. При этом комплексность переработки нефти предполагает как рациональное извлечение из нефти ценных компонентов (масел, жидких и твердых парафинов, нефтяных кислот и т.д.), так и оптимальную переработку ранее трудно утилизируемых продуктов, например легких газов, асфальтов, песков. Безотходность переработки нефти, ставшая особо острой в связи с возрастающим отрицательным воздействием человеческой деятельности на окружающую среду, предусматривает в том числе полную переработку всех фракций нефти, с максимальным извлечением полезных компонентов: применение технологий, катализаторов и реагентов исключает образование вредных выбросов и отходов.

Одним из наиболее интересных направлений рассматривается возможность получения компонентов жидких топлив главным образом из растительной биомассы, посредством ее газификации и синтеза из газа жидких углеводородов.



Освоение нано- и биотехнологий приведет к появлению нового поколения продуктов с расширенными свойствами, что в свою очередь приведет к их новому применению во многих отраслях промышленности. Например, усовершенствование мембранных процессов разделения газов (синтез аммиака, получение водорода), жидкости (для опреснительных и очистных сооружений).

Имеющийся практический опыт использования высокотемпературной очистки газов (до 850 °С и выше) с применением новых фильтровальных материалов, в том числе с каталитическим и мембранным покрытием [2], показал, что, кроме утилизации тепла технологических газов, потенциальные преимущества ее могут выражаться также в возможности повышения срока службы оборудования за счет эксплуатации его выше точки росы, экономии капитальных и эксплуатационных затрат, повторного использования и рециркуляции очищенных горячих газов.

Исходя из указанных преимуществ, высокотемпературная фильтрация может быть использована в ряде технологических процессов (теплоэнергетика [3], газификация древесного угля и торфа, каталитический крекинг нефтепродуктов, очистка нефти, цементная промышленность – клинкерный холодильник, стекольная и керамическая промышленность).

На уровне *микромасштаба* задачи должны сводиться к интенсификации процессов на межфазных поверхностях, образуемых частицами, каплями, пузырями. Существенное внимание при этом необходимо уделять различным видам неустойчивости при протекании процессов. Интенсификация достигается при наложении электрических, магнитных, центробежных полей, использовании всего спектра звуковых колебаний – от инфра- до ультразвука, струйно-инжекторными и импульсными воздействиями.

Определенный вклад в решение проблемы на этом уровне может внести и интеграция процессов, понимаемая здесь как принцип одновременного сопряженного химического превращения и разделения продуктов реакции (т. е. процесс сопряженной реакции и массообмена). На сегодняшний день перспективно развитие комбинированных реакционноабсорбционных аппаратов, реакционно-десорбционных, реакционно-кристаллических процессов. Существенное внимание в последнее время уделяется реакционно-мембранным процессам, которые связаны с разделением реакционных смесей через полупроницаемые мембраны в момент их образования.

На стадии *мезомасштаба* снижение энерго- и материалоемкости реализуется путем создания новых и совершенствования традиционных процессов разделения, смешения и разработки новых реакционных. К существенному эффекту приводит и оптимизация традиционных методов разделения – ректификации, абсорбции, экстракции.

Так кафедрой машин и аппаратов химических производств ВГУИТ в этом направлении проводятся весьма перспективные работы по разработке и усовершенствованию устройств и механизмов для уравнивания



и компенсации подвижных масс, криотехники (криоизмельчение, криоразделение, криофракционирование), оборудования по переработке пластмасс (ротационное формование, трансферное литье), устройства для проведения твердофазных реакций, устройства для термо-химической переработки твердых бытовых и промышленных отходов.

Актуальными являются технологии и оборудование для утилизации многокомпонентных органических отходов, производства биотоплива и органических удобрений методом анаэробного сбраживания.

Уровень *макромасштаба* представлен агрегатом, заводом или химическим комбинатом. На этой стадии решающее значение приобретают интеграция и оптимизация технологических процессов и систем.

Критерием оптимизации в усовершенствовании технологии и аппаратуры следует принять комплексность использования и производства химических продуктов и энергии, так как основные энергетические потери часто связаны непосредственно с технологическим процессом.

У российской химической и нефтехимической промышленности в этой области имеется значительный резерв, что доказывают данные, представленные в таблице 2, где сравниваются технико-экономические показатели по энерго- и ресурсопотреблению некоторых производств базовых химических продуктов в России и за рубежом.

Целевые показатели (резерва) должны стать в ближайшей перспективе ориентиром для развития технических систем в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии и формирования тематического плана химического сектора Технологической платформы.



Таблица 2 – Техничко-экономические показатели химических производств

Наименование	Россия	Зарубежье	Средний относительный резерв, %
<i>Энергопотребление, Гкал/т</i>			
Аммиак	9,6-10,3	6,7-7,0	32,5
Метанол	11,2-12,6	7,0-7,5	39,0
Карбамид	1,3-1,8	1,0	35,5
Сода каустическая (NaOH)	1,3-1,8	1,08	30,3
Сода кальцинированная (Na ₂ CO ₃)	1,0-1,5	1,0	20,0
Тарное стекло	2,0	1,25	37,5
Первичная переработка нефти, вакуумная перегонка мазута	34,1	19-21	40
Каталитический крекинг:			
1. поколение	73,0	21,8	60
2. поколение	70,3		
Гидрокрекинг	147	67	54
Коксование	73	46,9	37
<i>Коэффициент выхода, %</i>			
Каталитический крекинг:			
1. поколение	25	45-50	50
2. поколение	34,2		30
3. поколение	44,6		5-10
Гидрокрекинг:			
Бензин	24	47	50
Дизельное топливо	39	66	41

Литература

1. Аспекты аппаратурного оформления энерго- и ресурсосберегающих процессов /И.Е. Шабанов, С.Ю. Панов, В.И. Корчагин, А.В. Жучков, Ю.Н. Шаповалов//Вестник ВГТА. 2005. - № 10. - С. 73-81
2. Перспективы и проблемы высокотемпературной очистки газов фильтрованием (статья)/ С.Ю. Панов, Р. Шульц // Химическое и нефтегазовое машиностроение.- 2011.- №12.-с. 16-18.
3. Панов С.Ю. Очистка дымовых газов от комплекса загрязняющих веществ / С.Ю. Панов, Р.Ф. Галиахметов, Н.В. Пигловский, Ю.В. Красовицкий, З.С. Гасанов, В.Н. Шипилов // Высокие технологии, образование, промышленность. Т. 3: Сборник статей Одиннадцатой международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности». 27-29 апреля 2011 года, Санкт-Петербург, Россия / под ред. А.П. Кудинова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 193-194