

ВВОДНАЯ ЛЕКЦИЯ

ПО КУРСУ «ОБЩАЯ
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. М.: Высшая школа, 1990, с. 76 – 112.
2. Общая химическая технология / Под ред. И.П. Мухлёнова. Л.: Химия, 1985, часть 1., с. 77 – 119.

Дополнительная

1. Соколов. Общая химическая технология. Тамбов, 2006, часть 1, 2, с. 7 – 43.
2. Бесков, В.С. Общая химическая технология : учебник для вузов / В.С. Бесков. – М. : ИКЦ Академкнига, 2005, с. 131 – 161.

План

- Основные сведения о курсе.
- Краткие сведения по истории развития ХТ
- Основные направления развития
- ХТП и его содержание
- Классификация ХТП
- Технологические критерии эффективности ХТП

Цель учебной дисциплины: общая целевая установка – обучить студентов понятиям, закономерностям химико-технологических процессов и химико-технологических систем, закономерности гомогенных и гетерогенных каталитических и некаталитических процессов.

Главная целевая установка – сформировать у студентов навыки сбора, анализа, статической обработки информационных сведений по химико-технологическим системам, по энергетическим и экологическим проблемам химической технологии.

Определяющая целевая установка – развивать у обучаемых инициативу, самостоятельность при решении инженерных или организационных задач.

Задачи дисциплины:

- знакомство с составом и структурой производств основных химических продуктов;
- овладение теорией химических процессов и химических реакторов;
- обучение современным методам и приемам анализа и разработки типовых и наукоемких энерго-, ресурсосберегающих химико-технологических процессов в химической технологии, нефтехимии;
- овладение навыками технологических расчетов, необходимых в профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные принципы организации химического производства, его иерархии;
- методы оценки эффективности производства;
- общие закономерности химических процессов;
- основные химические производства;

уметь:

рассчитывать основные характеристики химического процесса;
выбирать рациональную схему производства заданного продукта;
оценивать технологическую эффективность производства;

владеть:

методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования,
методами анализа эффективности работы химических производств,
методами расчета и анализа процессов в химических реакторах,
определения технологических показателей процесса,

Курс	Семестр	Общий объем, ЗЕ (ч)	Контактная работа, ч			Самостоятельн ая работа, ч	Реферат, РГР, контр. Работа, коллоквиум	Курсовой проект (работа)	Зачет (семестр)	Экзамен (семестр)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторны е занятия					
Очная форма обучения										
3	6	3 (108)	18	36		54	–	–	6	–
4	7	4 (144)		36	18	90	ргр			7

Краткие сведения по истории развития ХТ

Слово «технология» в переводе с греческого означает «учение о мастерстве».

Химическая технология – наука о наиболее экономичных и экологических обоснованных методах химической переработки сырых природных материалов в предметы потребления и средства производства.

Химическая технология возникла с появлением химических промыслов и в течение долгого времени была чисто описательным разделом прикладной химии:

- термин «технология» - 1772 г. профессором Геттингемского университета И. Бехманом.
- 1795 г. – двухтомный курс И. Ф. Гмелина «Руководство по технической химии»;
- 1803 г. – кафедра ХТ в российской академии наук;
- 1807 – 1808 г.г. – первый русский учебник профессора Двигубского И. А. «Начальные основания технологии, или краткое показание работ на заводах и фабриках производимых»;

Выделение химической технологии в отдельную отрасль знаний началось в первой половине XIX века, когда при Российской Академии наук была создана кафедра химической технологии (1803 г.). В самостоятельную научную дисциплину химическая технология сформировалась в начале XX века, когда были сформулированы основные закономерности химико-технологических процессов.

Основные направления развития

Цель любого производства, в том числе и химического – получение конечного продукта при минимальных удельных капитальных вложениях и эксплуатационных затратах и ограничениях, накладываемых требованиями техники безопасности и охраны окружающей среды. Эта цель достигается выбором соответствующих технологических процессов, оптимальных режимов их осуществления, необходимого оборудования, рациональной аппаратурно-технологической схемы, а также путем автоматизации контроля и управления технологическими процессами и производством в целом.

Основные направления развития

1. Увеличение производительности и интенсивности работы аппарата

Производительность Π – количество выработанного продукта или переработанного сырья за единицу времени τ (кг/ч или т/ч).

$$\Pi = \frac{G}{\tau}$$

$$\Pi = \frac{V_{\Pi}}{\tau}$$

V_{Π} – объем производства.

Это основная характеристика работы оборудования, цехов, заводов.

Повышение производительности может быть достигнуто:

увеличением его размеров (экстенсивный путь);

увеличением интенсивности его работы (интенсивный путь).

Интенсивностью работы аппарата J называется производительность его отнесенная к какой-нибудь величине, характеризующей размеры данного аппарата:

$$J = \frac{\Pi}{V} = \frac{G}{V \cdot \tau}, \text{ где } V - \text{объем, м}^3.$$

Интенсификация достигается двумя путями:

- улучшением конструкций машин и аппаратов;
- совершенствованием ТП в аппаратах данного вида.

2. Механизация трудоемких процессов.

Механизация – замена физического труда человека машинным.

3. Автоматизация и дистанционное управление процессами.

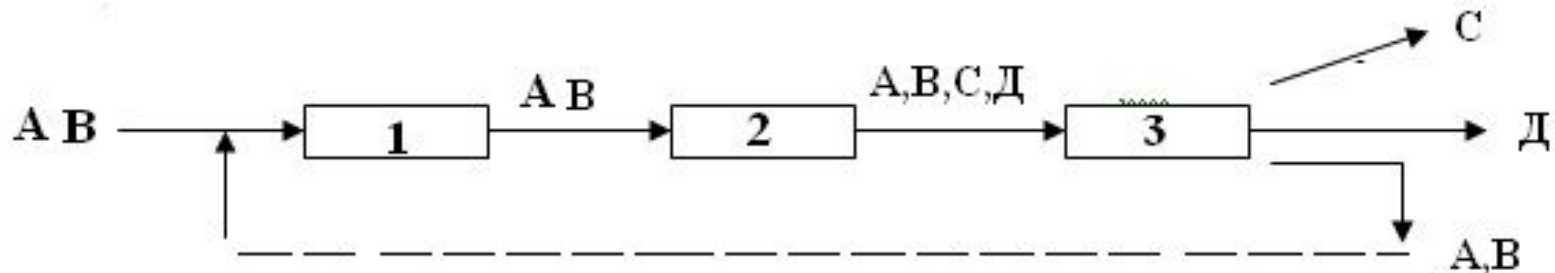
Автоматизация – применение приборов, позволяющих осуществлять производственный процесс без непосредственного участия человека и лишь под его контролем. Широкое применение в промышленности АСУ технологией производства (АСУ ТП) – одна из главных задач.

4. Замена периодических процессов непрерывными

(только для крупнотоннажного производства)

4. ХТП и его содержание

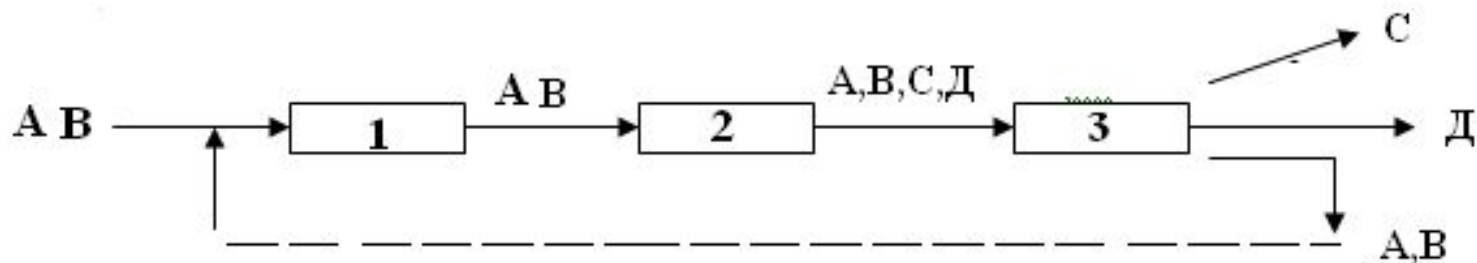
- В химической технологии рассматривается совокупность физических и химических явлений, из комплекса которых и складывается технологический процесс. Химико – технологический процесс, как правило, складывается из взаимосвязанных элементарных процессов (стадий):
 - 1. Подвода реагирующих компонентов в зону реакции.
 - 2. Химических реакций.
 - 3. Отвода из зоны реакции полученных продуктов.



1. Подвод реагирующих компонентов в зону реакции совершается молекулярной диффузией или конвекцией. В двух- или многофазных системах подвод реагирующих компонентов может совершаться адсорбцией газов, конденсацией паров, плавлением твердых веществ или растворением их в жидкости, испарением жидкостей или возгонкой твердых тел. Межфазный переход – это сложный диффузионный процесс.

2. Химические реакции – это второй этап химико – технологического процесса. В реагирующей системе обычно происходит несколько последовательных химических реакций, приводящих к образованию основного продукта, а также ряд побочных реакций между основными исходными веществами. В результате основного образуются побочные продукты, то есть продукты реакций, не имеющие значительной ценности и не находящие достаточного применения. Побочные продукты могут образоваться при основной реакции наряду с целевым продуктом, а также в следствие побочных реакций между основными исходными веществами и примесями.

3. Отвод продуктов из зоны реакции может совершаться так же, как и подвод реагирующих компонентов диффузией, конвекцией и переходом вещества из одной фазы в другую. Общую скорость технологического процесса может лимитировать скорость одного из трех составляющих элементарных процессов, который протекает медленнее других.



Если по окончании процесса непрореагировавшие исходные вещества возвращаются в реакционную зону, то такой процесс называется циклическим. В случае, если же непрореагировавшие исходные вещества не возвращаются на начальную стадию, то такой процесс описывается схемой с открытой цепью.

Общая скорость технологического процесса зависит от наиболее медленной стадии. Такая стадия называется лимитирующей. Если лимитирующей является стадия № 2, то говорят, что процесс лежит в кинетической области. Скорость в этом случае будет зависеть от следующих параметров процесса: температуры, давления, концентрации, катализатора. Если лимитирующей являются стадии № 1 или № 3, то говорят, что процесс лежит в диффузионной области. Скорость этого процесса зависит от перемешивания, температуры, концентрации, фазового состава системы (возможности перевода её в однофазную).

Химико-технологический процесс – это совокупность операций, позволяющих получить целевой продукт из исходного сырья.

Некоторые из этих операций необходимы для подготовки исходных реагентов к поведению химической реакции, перевода их в наиболее реакционно способное состояние.

Чтобы устранить побочные явления и получить продукт высокого качества, исходное сырье подвергают очистке от посторонних примесей, пользуясь методами, основанными на различии физических свойств (растворимость, температуры конденсации и кристаллизации и т.д.). При очистке сырья и реакционных смесей широко применяют явления тепло- и массообмена, гидромеханические процессы.

В результате химических реакций получают смесь продуктов (целевых и побочных) и не прореагировавших реагентов. Заключительные операции связаны с разделением этой смеси, для чего вновь применяют гидромеханические, тепло- и массообменные процессы. Продукты реакции направляют на склад готовой продукции или на дальнейшую переработку. На заключительных этапах проводят также рекуперацию энергии и очистку промышленных выбросов, чтобы извлечь из отходящих газов и сточных вод все ценные компоненты, а также ликвидировать опасность загрязнения окружающей среды.

Химико-технологический процесс – это сложная система, состоящая из единичных связанных между собой процессов и взаимодействующих с окружающей средой.

Важной подсистемой сложного химико-технологического процесса является химический процесс. Он представляет собой одну или несколько химических реакций, сопровождаемых тепло- и массообменными явлениями.

Оптимальные условия ведения процесса – это сочетание основных параметров (температура, давление, состава исходной реакционной смеси и т.д.), позволяющие получить наибольший выход продукта с высокой скоростью или обеспечить наименьшую себестоимость.

Основным предметом изучения химической технологии является непосредственно химико-технологический процесс (ХТП), его аппаратное оформление.

5. Классификация ХТП

Всё многообразие процессов химической технологии можно свести к пяти группам (по основным законам, описывающим процесс):

Механические – измельчение, грохочение, гранулирование, транспортирование твёрдых материалов, упаковка и т.д.

Гидродинамические – перемещение жидкостей и газов по трубопроводам и аппаратам, пневматический транспорт, фильтрование, флотация, центрифугирование, перемешивание, псевдооживление и др. Скорость этих процессов определяется законами гидродинамики и механики.

Тепловые – нагревание, испарение, конденсация, охлаждение и др. Скорость этих процессов определяется законами теплопередачи.

Диффузионные или массообменные – процессы, связанные с переносом вещества в различных агрегатных состояниях из одной фазы в другую — адсорбция, абсорбция, сушка, дистилляция, ректификация, кристаллизация, экстракция, ионный обмен и др.

Химические – процессы, связанные с изменением состава и свойств вещества, скорость протекания которых определяется законами химической кинетики.

Последняя группа процессов химической технологии наиболее многочисленна и сложна. В настоящее время не существует единой общепринятой системы классификации химико-технологических процессов, поэтому их классифицируют по различным признакам.

По химическим реакциям:

- простые
- сложно-параллельные
- сложно-последовательные

По типу взаимодействия реагентов:

- кислотно-основное (гетеролитическое);
- окислительно-восстановительное (гомолитическое).

По фазовому состоянию реагирующих веществ:

- гомогенные;
- гетерогенные;
- газофазные;
- микрогетерогенные и т.д.

По механизму молекулярности:

- нуклеофильное бимолекулярное замещение;
- электрофильное замещение;
- гомолитическое присоединение и т.д.

По характеру протекания процесса во времени:

- периодические;
- непрерывные.

По гидродинамическому режиму различают два предельных случая перемешивания реагирующих компонентов:

идеальное смешение – поступающие частицы сразу же полностью перемешиваются с находящимися в реакционной зоне частицами, т.е. равномерно распределяются в объёме аппарата. В результате во всех точках объёма мгновенно выравниваются значения всех параметров. Время пребывания всех частиц различно.

идеальное вытеснение – все частицы движутся в заданном направлении, не перемешиваясь с движущимися впереди и сзади частицами и полностью вытесняя находящиеся впереди частицы потока. Все частицы равномерно распределены по площади поперечного сечения аппарата и действуют при движении подобно твёрдому поршню. Время пребывания всех частиц одинаково.

По температурному режиму:

- изотермические – температура реакционной смеси постоянна по всему объёму аппарата;
- адиабатические – нет подвода и отвода тепла, вся теплота реакции аккумулируется потоком реагирующих веществ;
- политермические (программно-регулируемые) – температурный режим реакционной смеси регулируется извне в зависимости от требований проведения данного процесса.

По сырью:

- переработка растительного сырья;
- переработка угля;
- переработка руды и т. д.

По потребительскому или товарному признаку:

- производство удобрений;
- производство красителей;
- производство теплоносителей и т.д.

6. Технологические критерии эффективности химико-технологического процесса.

Для оценки эффективности отдельных этапов процесса необходимо помимо общих экономических показателей использовать такие критерии эффективности, которые более полно отражали бы химическую и физико-химическую сущность явлений, происходящих в отдельных аппаратах технологической схемы.

В качестве таких показателей принято прежде всего использовать степень превращения исходного реагента, выход продукта и селективность.

Степень превращения – это доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию.

Степень превращения реагента показывает насколько полно в химико-технологическом процессе используется исходное сырье.

Выход продукта – это отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло бы быть получено при данных условиях осуществления химической реакции.

Обозначим выход продукта R через Φ_R тогда $\Phi_R = \frac{n_R}{n_{R \max}}$

Величина $n_{R, \max}$ зависит от типа осуществляемой реакции.

а) Необратимая химическая реакция.

Максимально возможное количество продукта R в такой реакции будет получено, если весь реагент A ($n_{A,0}$) вступит в реакцию.

$$n_{R, \max} = n_{A,0} \frac{\Gamma}{a} \quad \Phi_R = \frac{n_R}{n_{A,0} \frac{\Gamma}{a}} \quad \text{т. к. } n_R = n_{A,0} X_A \frac{\Gamma}{a}, \text{ то}$$

$$\Phi_R = \frac{n_{A,0} X_A \frac{\Gamma}{a}}{n_{A,0} \frac{\Gamma}{a}} = X_A$$

б) Обратимая химическая реакция.

Максимально возможное количество продукта R определяется как равновесное количество продукта R при данных условиях осуществления реакции.

$$\Phi_R = \frac{n_R}{n_{R1}} = \frac{n_{A,0} X_A \frac{\Gamma}{a}}{n_{A,0} X_{A,1} \frac{\Gamma}{a}} = \frac{X_A}{X_{A,1}}$$

Полная, или интегральная, селективность ϕ – это отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшему на все реакции (и целевую и побочную).

$$\phi = \frac{\Delta n_{A, \text{цел}}}{\Delta n_{A, \Sigma}}$$

Мгновенной, или дифференциальной, селективностью ϕ' называют отношение скорости превращения исходных реагентов в целевой продукт к суммарной скорости расходования исходных реагентов.

$$\phi' = \frac{\omega_{\text{r}}(A \rightarrow R)}{\omega_{\text{r}, A}}$$

$\omega_{\text{r}}(A \rightarrow R)$ – скорость расходования реагента A по целевой реакции;
 $\omega_{\text{r}, A}$ – суммарная скорость расходования реагента A*.