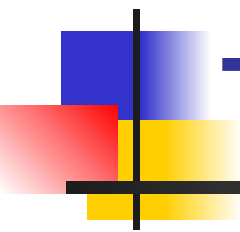


Общая химическая технология



Доцент Щетинский

Андрей Валерьевич

Основная литература

- Мухленов И.П., Авербух А.Я., Тумаркина Е.С. и др. Общая химическая технология // Учебн. для химико.техн. спец. вузов. Ч. 1: Теоретические основы химической технологии. 4-е изд. -М.: Высшая шк., 1984. -256 с.
- Мухленов И.П., Авербух А.Я., Кузнецов Д.А. и др. Общая химическая технология // Учебн. для химико.техн. спец. вузов. Ч. 2: Важнейшие химические производства. 4-е изд. -М.: Высшая шк., 1984. -263с.
- Амелин А.Г., Малахова А.И., Зубова И.Е. и др. Общая химическая технология. // под ред. Амелина А.Г., "Химия", 1977. -400с.

ВВЕДЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ (в переводе с греческого) -
techné - искусство, ремесло,
мастерство, logos - наука о ремеслах.

Технология вообще, изучает методы и
процессы переработки сырья в
предметы потребления и средства
производства.

Химическая технология - это наука о
методах и средствах **массовой**
химической переработки сырья в
предметы потребления и средства
производства.

Развитие химической технологии как науки

Прослеживается три этапа:

1. Основа - эмпирические знания.
секреты технологии передавались от мастера к ученику, от отца к сыну. Химическая технология была еще технической химией и имела чисто описательный характер. Производство сахара, H_2SO_4 , Na_2CO_3 и т.п. - были основаны на опыте, почти не подкрепленном какой-либо теорией.

Развитие химической технологии **как науки**

2. На рубеже XIX и XX столетий были созданы научные основы расчета химико-технологических процессов и конструирования химической аппаратуры. Химическая технология приобрела современные черты и стала научной базой многих отраслей промышленности, и прежде всего химической, нефтехимической, углехимической, металлургической, целлюлозно-бумажной, строительных материалов, пищевых продуктов и др.

Развитие химической технологии **как науки**

3. С 50-х годов XX века химическая технология вступила в третий этап развития. Этот этап характеризуется дальнейшим увеличением масштабов и темпов развития промышленности и расширением ее научной базы в связи с возникшей острой необходимостью создания высокопроизводительной аппаратуры и разработки проблем оптимизации и автоматизации управления не только отдельных процессов, но и больших комплексов взаимосвязанных процессов.

Роль инженера-химика на заводе

Изменилась и роль инженера химика на химическом предприятии.

Ранее его функции сводились к непосредственному наблюдению за работой отдельных аппаратов цеха и исправлению дефектов в их работе.

Теперь инженер химик-технолог управляет совокупностью установок на уровне цеха или завода.

Возникает необходимость овладеть научными методами, облегчающими принятие ответственных решений.

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование современного нового процесса

Созданию любого производства предшествует лабораторный синтез нового химического продукта с заданными свойствами.

Потом исследуется процесс его производства на двух уровнях:
микрокинетики и **макррокинетики**.

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование современного нового процесса

Микрокинетика - кинетика в чистом виде, изучает влияние тепловых и диффузионных эффектов, определяет маршруты реакций, определяет константы скоростей и др.

Используют различные современные экспериментальные методы, в том числе - направленный многофакторный эксперимент.

Проектирование современного нового процесса

На основе многофакторного эксперимента, когда при одновременном изменении параметров процесса находят условия максимального выгодного его протекания – проектируют современное производства нового продукта. Для этого используют современные вычислительные методы.

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование современного нового процесса

Макрокинетика - исследуется на укрупненных опытных установках. Здесь изучается влияние на химическую кинетику условий организации потоков реагентов и их перемешивания, тепловых и диффузионных параметров.

Проектирование современного нового процесса

Макрокинетика и ее исследование начинается с выбора типа аппарата и его математической модели. Затем с учетом микрокинетики и результатов специальных опытов на экспериментальной установке составляется полная математическая модель с коэффициентами уравнений и проводятся вычисления на ЭВМ.

Затем следует проверка соответствия модели и объекта с помощью специальных экспериментов (метод нанесения возмущения и получения кривой отклика системы).

ВВЕДЕНИЕ



Проектирование современного нового процесса

Математическое моделирование позволяет получить полное представление о возможных вариантах течения процесса, выявить максимально выгодный режим, сформулировать условия его удержания.

Затем следует проверка соответствия модели и объекта с помощью специальных экспериментов (метод нанесения возмущения и получения кривой отклика системы).

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование современного нового процесса

Таким образом, для создания, освоения и ведения технологического процесса инженер химик-технолог должен владеть:

- методами прикладной математики,
- принципами моделирования и оптимизации,
- законами макрокинетик,
- принципами конструирования химической аппаратуры.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет химической технологии

Каждое химическое производство состоит из нескольких технологических стадий:

- подготовка сырья,
- получение целевого продукта путем химического взаимодействия исходных материалов,
- выделение продукта из реакционной смеси.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет химической технологии

В основе современной классификации химико-технологических процессов находится идея единых кинетических закономерностей.

Она базируется на сходстве дифференциальных уравнений, описывающих простейшие линейные процессы переноса.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет химической технологии

Количество движения описывает закон Ньютона:

$$\tau = -\mu \frac{dV}{dx}$$

Где μ - вязкость (коэффициент вязкости или внутреннего трения) и его размерность

$$\left[\frac{г}{см \cdot сек} \right]$$

ВВЕДЕНИЕ

Предмет химической технологии

Количество тепла описывает закон
Фурье:

$$q = -\lambda \frac{dt}{dx}$$

Где λ - коэффициент теплопроводности,
его размерность

$$\left[\frac{\text{кал}}{\text{см} \cdot \text{сек} \cdot \text{град}} \right]$$

ВВЕДЕНИЕ

Предмет химической технологии

Количество вещества описывает закон Фика:

$$j = -D \frac{dC}{dx}$$

Где D – коэффициент диффузии,
размерность

$$\left[\frac{\text{см}^2}{\text{сек}} \right]$$

ВВЕДЕНИЕ

Предмет химической технологии

В результате сопоставления этих законов оказалось возможным разделить все химико-технологические процессы на группы, кинетические закономерности которых подчиняются общему закону:

"Скорость процесса прямо пропорциональна движущей силе и обратно пропорциональна сопротивлению".

ВВЕДЕНИЕ

Предмет химической технологии

Химическую инженерную науку целесообразно рассматривать в трех аспектах:

1. Анализ путей превращения сырья в готовый продукт. (В этом смысле химическая технология является общей теорией способов производства).
2. Анализ работы типовых машин и аппаратов, которые используются в различных химических производствах.
3. Анализ химических производств с экономической и социальной точек зрения.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет химической технологии

Все многообразие процессов химической технологии можно свести к пяти основным группам процессов:

1. Группа **гидродинамических** процессов - это процессы перемещения жидкостей и газов по трубопроводам и аппаратам, перемещение в жидких средах, процессы обработки неоднородных жидких и газовых систем (очистка газов от пыли, разделение суспензий и эмульсий путем отстаивания, фильтрования, центрифугирования и т.п.). Скорость этих процессов определяется законами динамики и гидродинамики.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет химической технологии

2. Группа **тепловых** процессов - это процессы нагревания, охлаждения, конденсации, выпаривания, теплообмена и т.п. Скорость процессов определяется законами теплопередачи.
3. Группа **диффузионных (или массообменных)** - это процессы связанные с переходом веществ в различных агрегатных состояниях из одной фазы в другую. Скорость их определяется законами диффузионной кинетики (сорбция, экстракция).

ВВЕДЕНИЕ

Предмет химической технологии

4. Группа **механических процессов** - это процессы дробления, измельчения, классификации, грохочения, гранулирование, транспортирования твердых материалов, и др.
5. Группа **химических процессов** (наиболее важная и многообразная) - это процессы связанные с изменением химического состава и свойств вещества, скорость протекания которых определяется законами химической кинетики.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет химической технологии

Химическая технология, изучающая все пять типов процессов, опирается при этом на химию, физику, математику, и технические науки.

Основными методами работы в химической технологии являются:

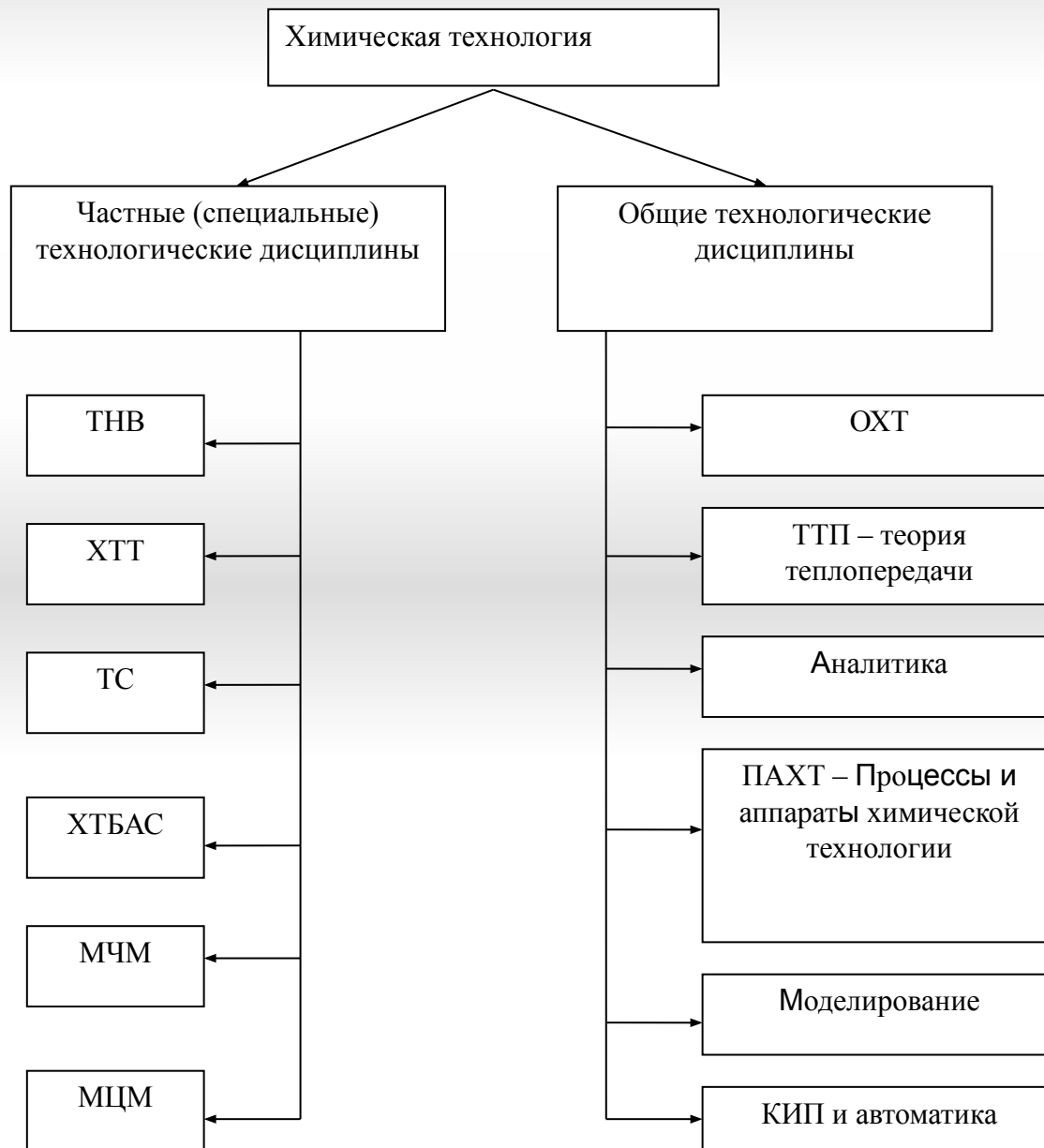
- методы расчета процессов и аппаратов,
- методы составления технологических схем и проектирования реакторов,
- методы моделирования и оптимизации технологических процессов,
- методы комплексного использования сырья и энергии,
- методы устранения или обезвреживания отходов и т.д.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет общей химической технологии

Число технологических процессов сейчас настолько велико, что многие из разделов старой общей химической технологии как науки обо всех химических производствах, оформились в самостоятельные научно-технические дисциплины в качестве частных специальных технологических дисциплин.

ВВЕДЕНИЕ



ВВЕДЕНИЕ

Предмет общей химической технологии

Никакое, даже самое важное химическое

производство вместе с его технологией не может быть содержанием общей химической технологии.

Общая химическая технология -

является наукой об общих принципах создания и осуществления химико-технологического процесса, вне его принадлежности к какому-либо конкретному производству, т.е. является общей технологической дисциплиной.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет общей химической технологии

ПАХТ - изучает процессы механические, гидродинамические, тепло- и массообменные, но не изучает химические реакции, взаимоотношение микро- и макрокинетики реакций и аппаратуру для их проведения.

ОХТ - занимается рассмотрением способов оформления химических реакций, т.е. классификация и принципы применения различных типов химических реакторов.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет общей химической технологии

Цель современных технологических исследований и расчетов состоит в обеспечении оптимальных технологических показателей производства:

1. минимального расхода сырья;
2. минимальных затрат энергии;
3. минимальных капитальных затрат;
4. минимальной затраты на рабочую силу;
5. максимального выпуска продукции;
6. максимально высокого качество продукции;
7. отсутствия отходов и т.д.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет общей химической технологии

Критерием оптимизации химико-технологических процессов является **минимум себестоимости продукции** при обеспечении её заданного качества, гигиенических условий труда и охраны окружающей среды.

Соединение отдельных элементов (реакторов) процесса в схему, наиболее рациональный вариант соединения, количество аппаратов, их тип и принцип действия, - являются наукой, определяющей предмет ОХТ.

ОХТ – наука об общих теоретических основах и о типовых подходах к решению химико-технологических задач.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет общей химической технологии

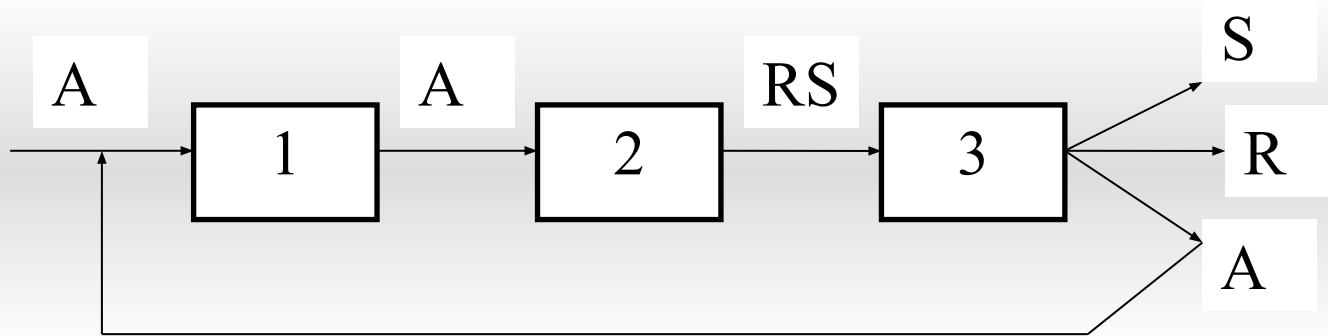
В курсе излагаются следующие вопросы:

- важнейшие понятия и определения химической технологии,
- общие методы технологических расчетов - составление материальных и энергетических балансов,
- вопросы энергетики химико-технологических процессов,
- вопросы подготовки и превращения сырья, реакторы химических производств (теория, конструкция, расчет),
- основные химические производства.

2. Основные закономерности химико-технологического процесса

Химико-технологический процесс и его содержание

Химико-технологический процесс (ХТП) включает ряд физических, физико-химических процессов (операций) и складывается из трех основных стадий:



Таким образом, из трех основных стадий химико-технологического процесса первая и третья стадии - подготовка сырья и выделение целевых продуктов - в большинстве случаев относятся к физическим или физико-химическим процессам; вторая стадия - к химическим.

2. Основные закономерности химико-технологического процесса

Основные технологические понятия и определения

Производительность - это количество
выработанного продукта или
перерабатываемого сырья в единицу времени:

$$П = \frac{В}{\tau}$$

где П – производительность; В – количество
продукта; τ – время.

Производительность измеряется в килограммах в
час [кг/час], в тоннах в сутки [т/сут] или в кубических
метрах в сутки [м³/сут] и т.д. Максимально возможная
производительность называется мощностью.

2. Основные закономерности химико-технологического процесса

Основные технологические понятия и определения

Интенсивность - это производительность, отнесенная к какой-либо величине, характеризующей размеры аппарата, к его объему или сечению.

$$I = \frac{\Pi}{V_r}$$

где V_r - объем аппарата или ректора.

Интенсивность измеряется количеством продукта, полученного в течение единицы времени с единицы объема аппарата $[\text{кг}/(\text{ч} \cdot \text{м}^3)]$, или с единицы сечения аппарата $[\text{т}/(\text{сут} \cdot \text{м}^2)]$.

2. Основные закономерности химико-технологического процесса

Основные технологические понятия и определения

В качестве критериев оценки совершенства технологического процесса используют **выходы**:

А) **Стехиометрические выход** - есть величина продукта, полученная в результате протекания химического процесса между исходными веществами взятыми в соответствии с химической реакцией (сбалансированной).

2. Основные закономерности химико-технологического процесса

Основные технологические понятия и определения

Пример:

Рассмотрим принцип действия кислотного аккумулятора. Вы знаете, что электроды кислотного аккумулятора заполнены пастой из окиси свинца PbO (не заряженное состояние). Если вы погрузите электроды в серную кислоту, то протекает реакция:



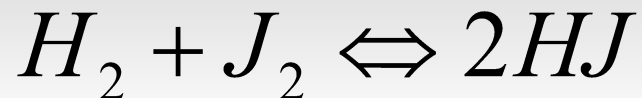
т.е. реакция стехиометрическая.

2. Основные закономерности химико-технологического процесса

Основные технологические понятия и определения

Б) Равновесные выходы.

Если вы возьмете два вещества, в частности, водород и йод и будете осуществлять реакции между ними, то, как известно, получите соединение



2. Основные закономерности химико-технологического процесса

Основные технологические понятия и определения

В первоначальный период, когда концентрация HJ равна нулю, а концентрация H_2 и J_2 равна исходным, то протекает реакция слева направо и скорость ее можно выразить:

$$\overset{\text{V}}{v} = \overset{\text{V}}{K}_1 \cdot C_{\text{H}_2} \cdot C_{\text{J}_2}$$

2. Основные закономерности

химико-технологического процесса

Основные технологические понятия и определения

По мере роста концентрации продуктов реакции, начинает протекать обратная реакция со скоростью:

$$\overset{\square}{v} = \overset{\square}{K}_2 \cdot C_{HJ}^2$$

В некий момент скорости реакций станут равны

$$\overset{\square}{v} = \overset{\square}{v}$$

Такое состояние системы называется состоянием химического равновесия и характеризуется **равновесным выходом**.

Практический выход – это количество целевого продукта, полученного в результате протекания химической реакции при определенных условиях.

2. Основные закономерности химико-технологического процесса

Основные технологические понятия и определения

Расходным коэффициентом называют расход сырья, воды, энергии, реагентов, отнесенных к единице целевого продукта:

$$\beta = \frac{Q}{R}$$

Q – расход сырья, реагента и т.д. [т или м³],

R – целевой продукт [т].

Расходные коэффициенты выражаются в тоннах на тонну [т/т], [м³/т], киловатт-часах на тонну [(кВт*ч)/т].

2. Основные закономерности химико-технологического процесса

Основные технологические понятия и определения

Степень превращения – это отношение количества реагента, вступившего в реакцию, к его исходному количеству.

Например, для простой необратимой реакции типа $A \rightarrow R$ степень превращения выражается уравнением

$$X_A = \frac{N_{A,O} - N_A}{N_{A,O}}$$

где X_A - степень превращения реагента A;
 $N_{A,O}$; N_A - количество исходного реагента A в начале и конце процесса или текущее на данный момент.

2. Основные закономерности химико-технологического процесса

Основные технологические понятия и определения

Степень превращения выражается в долях или %, в последнем случае

$$X_A = \frac{N_{A,0} - N_A}{N_{A,0}} * 100\%$$

Из уравнения следует, что количество реагента в конце процесса можно определить по выражению

$$N_A = N_{A,0} \cdot (1 - X_A)$$