Лекция 3. Основные закономерности химической технологии

План лекции:

1. Химико-технологический процесс.

2. Технологический режим.

3. Классификация химико-технологического процесса.

1. Химико-технологический процесс.

В процессе химического производства исходные вещества (сырье) перерабатываются в целевой продукт. Для этого необходимо осуществить ряд операций, включающих подготовку сырья для перевода его в реакционноспособное состояние, собственно химическое взаимодействие компонентов сырья и заключительную обработку полученной реакционной смеси. При этом используются помимо основных химических процессов различные физические процессы: перемешивание, смешение, разделение, измельчение и т.д.

Химико-технологическим процессом (ХТП) называется сочетание связанных друг с другом и проводимых в определенной последовательности химических, физико-химических, физических и механических операций с целью получения из сырья готового продукта. В общем случае ХТП состоит из трех взаимосвязанных элементарных процессов:

1. Подготовка сырья к химической переработке.

$$A' \rightarrow A$$

2. Химическое превращение подготовленного сырья в продукты реакции по двум схемам:

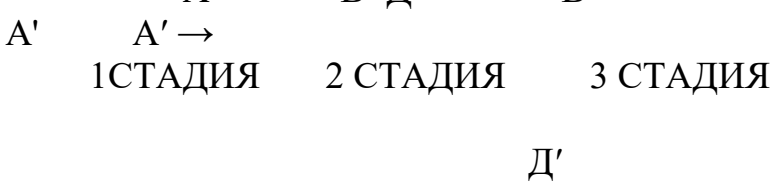
$$A \rightarrow B,\ A \rightarrow Д, \text{ или } A \rightarrow \begin{matrix} \updownarrow B \\ \updownarrow Д \end{matrix}$$

В реакционной смеси обычно происходит несколько последовательных реакций, приводящих к образованию целевого продукта и ряд побочных реакций, приводящих к образованию побочных продуктов. Обычно при анализе производственных процессов учитываются не все реакции, а те, которые имеют влияние на количество и качество основных продуктов.

3. Выделение целевого продукта из реакционной смеси и его очистка.

$$B \rightarrow B' \text{ и } Д \rightarrow Д'$$

Принципиальная схема ХТП



A′ - сырье до подготовки, A – подготовленное сырье,

В+Д – реакционная смесь, В′ - выделенный целевой продукт, Д′ - побочный продукт.

Таким образом, из трех стадий ХТП первая и третья представляют физические процессы, вторая – химический процесс. Общая скорость технологического процесса может лимитироваться скоростью одной из трех стадий. Если наиболее медленно идут химические реакции, и они лимитируют общую скорость, то говорят, что процессы происходят в кинетической области. Если общая скорость лимитируется подготовкой сырья и подводом реагентов или отводом продуктов, то это значит, что процесс происходит в диффузионной области. Эффективность осуществления ХТП требует соблюдения некоторых условий. Поэтому для каждого ХТП разрабатывается технологический режим.

Технологическим режимом называется совокупность параметров, обеспечивающих устойчивое и максимально эффективное проведение ХТП.

Параметром технологического режима называют величину, характеризующую какое-либо устройство или режим работы аппарата, используемую в качестве основного показателя их действия.

Параметр – величина количественная и используется для количественной оценки процесса. К основным параметрам ХТП относятся: температура, давление, концентрация реагентов, интенсивность катализатора, время контактирования реагентов, объемная скорость потока реагента, сила тока и т.д.

Оптимальные условия проведения ХТП достигаются таким сочетанием его основных параметров, при котором обеспечивается наибольший выход целевого продукта с высокой скоростью и наименьшей себестоимостью. Параметры технологического процесса определяют принципы конструирования соответствующих реакторов. Характер и значения параметров технологического режима положены в основу классификации ХТП.

Однако все параметры взаимосвязаны. Значительное изменение одного из них влечет за собой резкое изменение других. Поэтому выбираются параметры, оказывающие решающее влияние.

3. Классификация химико-технологического процесса.

Химические реакции подразделяются:

по фазовому (агрегатному) состоянию взаимодействующих веществ: гомогенные (однородные), гетерогенные (неоднородные).

Гомогенными системами называются такие системы, в которых все реагентные вещества находятся в одной какой-либо фазе Г, Ж, Т. Гетерогенные системы включают 2 или большее количество фаз: Г-Ж, Г-Т, Ж-Ж (не смешиваются) Ж-Т.

В гомогенных системах взаимодействующих веществ реакции происходят обычно быстрее, чем в гетерогенных, механизм всего процесса проще, управление процессом легче, поэтому технологи стремятся к

гомогенным процессам. Гетерогенные процессы более распространены в промышленности.

По механизму взаимодействия реагентов на гомолитические и гетеролитические.

По протеканию во времени на обратимые и не обратимые.

По знаку теплового эффекта на экзотермические (-ΔН) и эндотермические (+ΔН).

По использованию катализатора на каталитические и не каталитические.

По значению температур на низкотемпературные и высокотемпературные.

По типу контакта реагентов в гетерогенной системе.

По виду реакции на простые (одностадийные) и сложные (многостадийные). Простыми называются реакции, для осуществления которых требуется преодоление только одного энергетического барьера. Сложные реакции включают в себя несколько последовательных или параллельных реакций.

→простые А→В

Химические реакции →↑ →последовательные А→В→Д

→сложные→↑ →В

↓→параллельные А→↑

→Д

Для исследования ХТП наибольшее значение имеет классификация реакций по фазовому состоянию системы, по условиям протекания, по типу контактов и по наличию катализатора. Именно от типа химической реакции зависит выбор конструкции аппаратов и параметры технологического режима.

Контрольные вопросы:

1. Что называется химико-технологическим процессом (ХТП)?

2. Перечислите стадии ХТП.

3. Параметры технологического процесса.

4. Классификация химико-технологического процесса.

5. Какие системы называются гетерогенными и гомогенными?

Рекомендуемая литература:

1. Игнатенков, В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи: учебник для вузов / В. И. Игнатенков. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2026. — 195 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09222-6. — Текст: электронный. — URL: https://urait.ru/bcode/583768

2. Кутяшева Н.В. Лабораторный практикум по прикладной химии, химической технологии и экологической безопасности: учебное пособие / Кутяшева Н.В., Курочкина Г.И., Грачев М.К. — Москва: Московский педагогический государственный университет, 2023. — 60 с. — ISBN 978-5-4263-1239-5. — Текст: электронный. — URL: https://www.iprbookshop.ru/139168.html

3. Общая химическая технология: методические указания / составители Л. Ч. Гагиева, М. Ю. Кабулова. — Владикавказ: Горский ГАУ, 2025. — 72 с. — Текст: электронный. — URL: https://e.lanbook.com/book/504195

4. Григорьева Л.С. Прикладная химия: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки «Строительство» / Григорьева Л.С., Орлова А.М., Трифонова О.Н. — Москва: МИСИ-МГСУ, Ай Пи Ар Медиа, ЭБС АСВ, 2024. — 216 с. — ISBN 978-5-7264-3459-9. — Текст: электронный. — URL: https://www.iprbookshop.ru/140504.html