



Химико-технологические процессы современных производств

Лекция №1

Доцент кафедры
органической химии, к.б.н.

Д.В. Минаков

Введение

- Интенсивное развитие химической технологии в конце XX века привело к возникновению инженерной науки, обобщающей закономерности основных процессов и разрабатывающей методы расчетов аппаратов на основе их рациональной классификации. В результате обобщения производственного опыта начала развиваться теория процессов и аппаратов химической технологии.
- В химических производствах исходное сырье превращается в целевой продукт в результате химического взаимодействия, которому сопутствуют изменение физико-химических свойств, структуры и агрегатного состояния вещества. Химическое превращение сопровождается физическими, химическими и тепловыми процессами, которые вместе с химической реакцией составляют химико-технологический процесс.
- Химический процесс, помимо собственно химического взаимодействия, включает перемещение жидкостей и твердых материалов, измельчение твердых тел, хранение, сжатие и перемещение газов, нагревание и охлаждение веществ, разделение жидких и газовых неоднородных смесей, сушку и другие процессы. Таким образом, химические производства включают ряд однотипных физических и физико-химических процессов, характеризующих общими закономерностями и протекающих в аналогичных по принципу действия машинах и аппаратах.
- Процессы и аппараты, общие для различных отраслей химической технологии, получили название **основных** или **типовых процессов** и **аппаратов**, а наука, изучающая закономерности протекания и методы расчета типовых процессов и аппаратов, – **«процессы и аппараты химической технологии»**.

Основные задачи теории и практики химико-технологических процессов:

- – при проектировании новых производств разрабатывать высокоэффективные и малоотходные технологические схемы и выбирать наиболее рациональные типы аппаратов;
- – при эксплуатации действующих производств устанавливать оптимальные технологические режимы, добиваться высокой производительности аппаратов, повышать качество продукции, успешно решать экологические проблемы;
- – при проведении научно-исследовательских работ изучать основные факторы, определяющие течение процесса, получать обобщенные зависимости для их расчета и эффективно внедрять результаты исследований в производство;
- – производить технологически грамотный и научно-обоснованный расчет выбранных аппаратов, а также разрабатывать принципиально новые методы расчета процессов и аппаратов химической технологии.

Классификация основных химико-технологических процессов и аппаратов

- Все стадии технологического процесса базируются на фундаментальных законах переноса массы, импульса и энергии, а также закономерностях **химии, физики, механики и других разделов науки и техники**. Это позволяет классифицировать производственные процессы получения различных химических продуктов по принципу физической аналогии и выделить однотипные процессы, а также аппараты для их проведения.
- Классификация основных процессов химической технологии может быть также проведена на основе других признаков:
 - – по способу организации;
 - – в зависимости от изменения их параметров во времени;
 - – по распределению времени пребывания и связанных с ним изменений во времени других факторов, влияющих на процесс.
- Процессы химической технологии подразделяют в зависимости от закономерностей, характеризующих их протекание, на пять основных групп: **гидромеханические, тепловые, массообменные, химические и механические**.

Классификация основных химико-технологических процессов и аппаратов

- **Гидромеханические процессы** – это процессы, скорость которых определяется законами гидродинамики. К ним относятся перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов, разделение жидких и газовых неоднородных систем, перемешивание в жидких средах, псевдоожижение твердого зернистого материала.
- **Тепловые процессы** протекают со скоростью, определяемой законами теплопередачи. Они включают нагревание, охлаждение реакционных масс, выпаривание растворов, конденсацию паров и ряд других процессов, протекающих при подводе или отводе тепла.

Классификация основных химико-технологических процессов и аппаратов

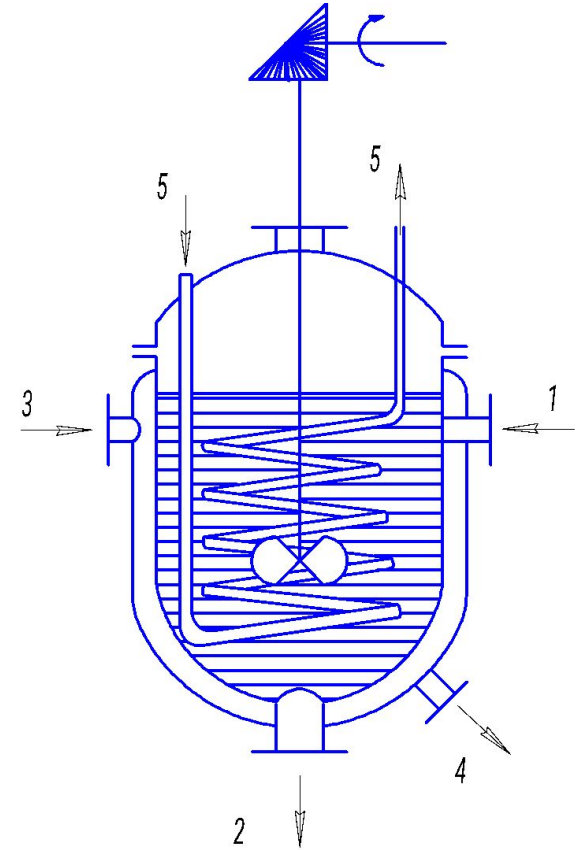
- **Массообменные (диффузионные) процессы** характеризуются переносом компонентов исходной смеси внутри фазы и из одной фазы в другую посредством диффузии. Их протекание описывается законами массопередачи. К этой группе относятся процессы абсорбции, перегонки, экстракции, кристаллизации, адсорбции, сушки и др.
- **Химические процессы** протекают в соответствии с законами химической кинетики, они связаны с превращением веществ и изменением их химических свойств.
- **Механические процессы** измельчения твердых тел, транспортировки, смешения и классификации сыпучих материалов подчиняются законам механики твердых тел. Особую группу механических процессов составляют процессы переработки химических продуктов в изделия – прессование, литье, экструзия и др.

Классификация основных химико-технологических процессов и аппаратов

- В соответствии с указанной классификацией химическая аппаратура подразделяется на следующие группы:
- 1) гидромеханические аппараты;
- 2) теплообменные аппараты;
- 3) массообменные аппараты;
- 4) химические реакторы;
- 5) машины и аппараты для механических процессов.
- Условия протекания всех процессов в большой степени зависят от условий движения участвующих в них материальных потоков. В связи с этим теоретические основы таких процессов включают законы гидродинамики. В ряде процессов, наряду с переносом вещества, происходит перенос теплоты (сушка, перенос теплоты при непосредственном контакте жидкости и газа и др.). Такие совмещенные процессы рассматриваются как тепломассообменные.

Классификация основных химико-технологических процессов и аппаратов

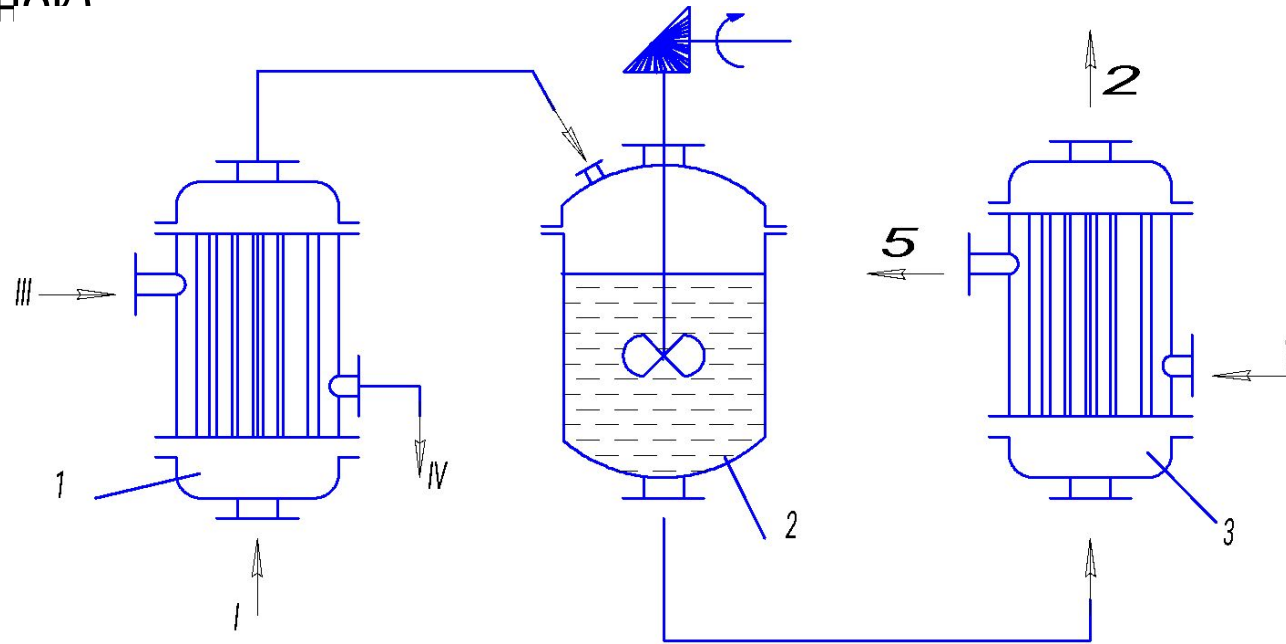
- Процессы химической технологии в зависимости от способа организации делятся на **периодические** и **непрерывные**.
- Периодические процессы проводятся в аппаратах, которые работают в циклическом режиме. Цикл начинается с загрузки аппарата исходными веществами. В аппарате ведется процесс переработки, и через определенный промежуток времени, достаточный для окончания процесса, готовые продукты выгружаются из аппарата. Разгрузка аппарата является окончанием цикла, который затем повторяется. Периодические процессы характеризуются тем, что все их стадии протекают в одном месте, но в разное время (рисунок).



Аппарат для проведения периодического процесса:
1 – сырье; 2 – готовый продукт; 3 – пар;
4 – конденсат; 5 – охлаждающая вода

Классификация основных химико-технологических процессов и аппаратов

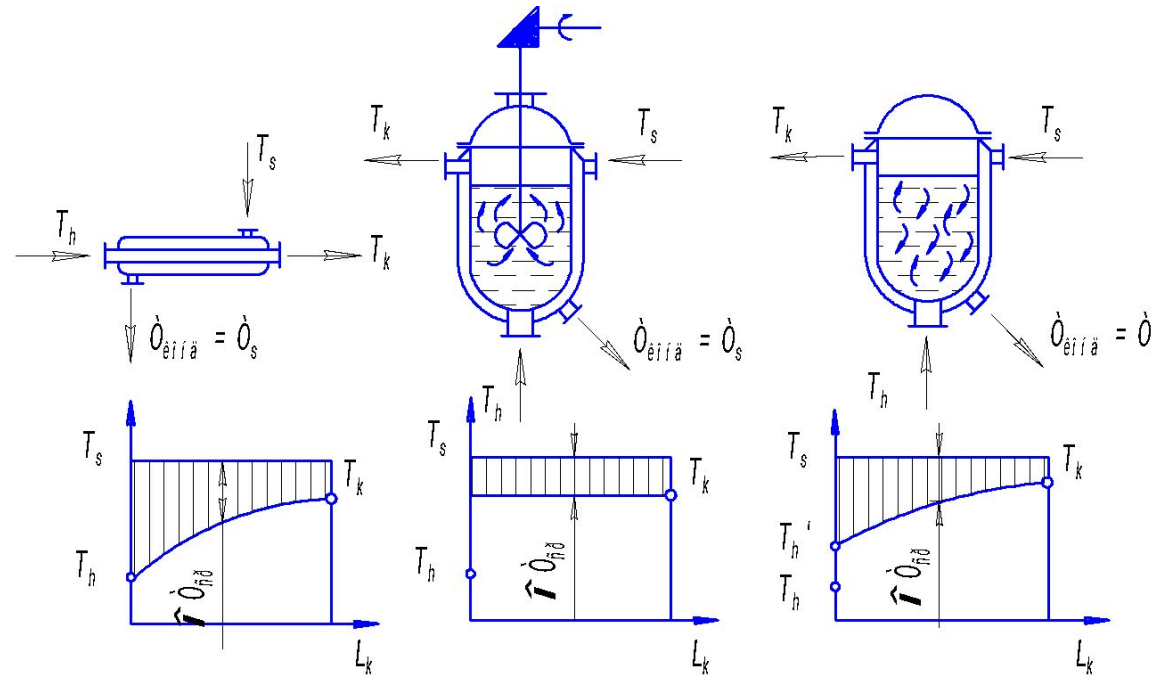
- **Непрерывные процессы** осуществляются в условиях непрерывной загрузки исходных материалов в аппарат и выгрузки продуктов переработки из аппарата. Все стадии непрерывного процесса протекают одновременно, но в различных частях технологической установки (рисунок)



Аппарат для проведения непрерывного процесса:
1 – теплообменник-нагреватель; 2 – аппарат с мешалкой;
3 – теплообменник-охладитель; I – сырье; II – готовый продукт;
III – пар; IV – конденсат; V – охлаждающая вода

Классификация основных химико-технологических процессов и аппаратов

- В некоторых случаях используют **комбинированные процессы**, в которых отдельные стадии проводятся периодически, а поступление сырья и выход продуктов переработки осуществляется непрерывно.



Изменение температуры при нагревании жидкости в аппаратах различных типов: а – полного вытеснения; б – полного смешения; в – промежуточного типа

Классификация основных химико-технологических процессов и аппаратов

- Организация производства по непрерывно действующей схеме имеет **ряд преимуществ**:
- стабильность качества получаемого продукта;
- отсутствие потерь времени на загрузку и выгрузку аппаратов;
- компактность оборудования;
- снижение энергетических потерь.
- Кроме того, непрерывные процессы легче поддаются автоматическому контролю и управлению. По этим причинам все многотоннажные производства организуются как непрерывнодействующие.
- Однако организация и разработка непрерывного процесса более сложна и требует большего времени. Это связано с необходимостью учета увеличения масштаба производства, условий перемешивания, подвода или отвода тепла и т.д.

Классификация основных химико-технологических процессов и аппаратов

- **Периодические процессы** применяются в производствах небольшого масштаба при получении отдельных опытных партий, большом ассортименте выпускаемой продукции.
- В зависимости от того, изменяются или не изменяются во времени параметры процессов (температура, давление, скорость потока и т.д.), их подразделяют на **установившиеся (стационарные)** и **неустановившиеся (нестационарные)**. Неустановившиеся процессы наблюдают, например, в период пуска и изменения режима работы установок непрерывного действия. В ряде случаев проведение процессов в неустановившемся режиме оказывается более эффективным, чем в установившемся.

Классификация основных химико-технологических процессов и аппаратов

- Непрерывные процессы отличаются от периодических по распределению времени пребывания частиц среды в аппарате.
- В периодически действующем аппарате все частицы среды находятся одинаковое время, в то время как в непрерывно действующем аппарате время пребывания их может значительно различаться. По этому признаку их подразделяют на две теоретические модели: **идеального вытеснения** и **идеального смешения**.
- В первом случае все поступающие в аппарат частицы движутся в заданном направлении без перемешивания при равномерном распределении по всему поперечному сечению аппарата. Время пребывания частиц в аппарате одинаково для всех частиц. Движение частиц в этом режиме подобно движению твердого поршня, поэтому такие аппараты называют **аппаратами идеального вытеснения**.

Классификация основных химико-технологических процессов и аппаратов

- Во втором случае поступающие в аппарат частицы материала полностью перемешиваются с находящимся там материалом, равномерно распределяясь по всему объему. Время пребывания отдельных частиц в аппарате различно. Такие аппараты носят название **аппаратов идеального смешения**.
- Реальные непрерывно действующие аппараты представляют собой **аппараты промежуточного типа**. В них время пребывания частиц распределяется несколько более равномерно, чем в аппаратах идеального смешения, но никогда не выравнивается, как в аппаратах идеального вытеснения.
- Большинство химико-технологических процессов **многостадийно** и включает обычно несколько **последовательных стадий**. Часто одна из стадий осуществляется значительно медленнее остальных, лимитируя скорость протекания всего процесса. В этом случае для того, чтобы повысить общую скорость процесса, целесообразно воздействовать, прежде всего, на лимитирующую стадию. Знание того, какая стадия данного процесса является лимитирующей, позволяет упростить анализ, описание и интенсификацию процесса.

Контрольные вопросы

1. Основные задачи теории и практики химико-технологических процессов.
2. Классификация основных химико-технологических процессов и аппаратов.
3. Гидромеханические процессы.
4. Тепловые процессы.
5. Массообменные (диффузионные) процессы.
6. Химические процессы.
7. Механические процессы.
8. Непрерывные процессы.
9. Периодические процессы.
10. Аппараты идеального вытеснения и идеального смешения.