

# Системный анализ процессов химической технологии

---

Лекция 2

Модели химического производства



Иванчина Эмилия Дмитриевна  
д.т.н., профессор ОХИ ИШПР

# План лекции

- Химическая модель;
- Графическая модель;
- Математическая модель;

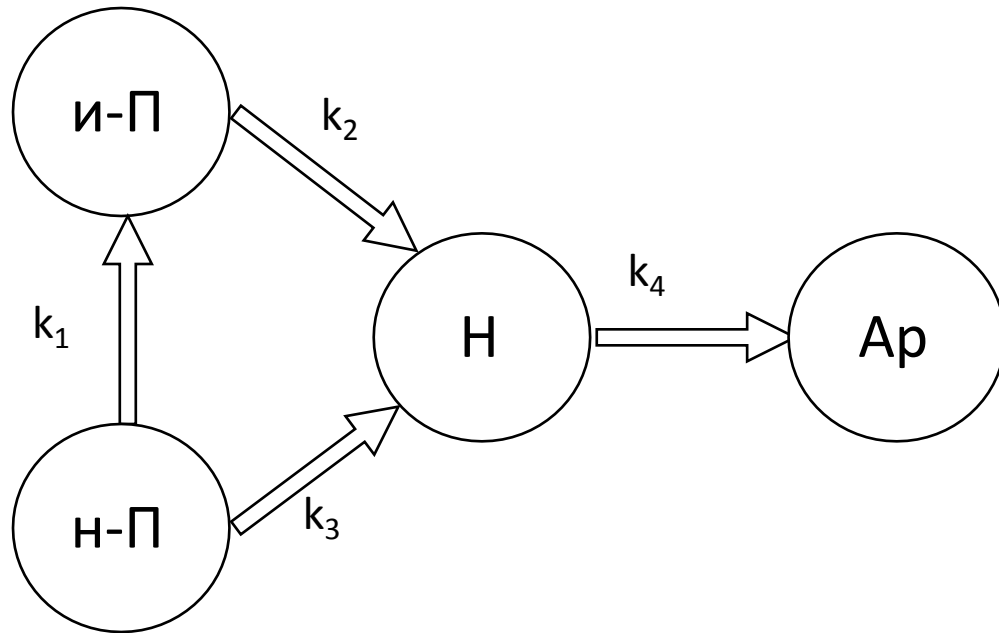


# Химическая модель

- Химическая модель строится на основе химических реакций процесса (основных и побочных).
- В случае многокомпонентных процессов (нефтехимической и нефтеперерабатывающей отрасли) записывают формализованную химическую модель.
- Формализованная модель не содержит промежуточных стадий превращения сырья в продукт.



# Химическая модель составляется в виде схемы превращений



и-П – изо-парафины;  
н-П – парафины нормального строения;  
Н – нафтены;  
Ар – ароматические углеводороды.

- Химическая модель позволяет выполнить анализ различных способов преобразования сырья в продукт и выбрать наилучшую технологию производства

# Химическая модель

- При сравнении различных химических схем учитывается не только стоимость сырья и продуктов, а также оборудования, но и доступность сырья, и возможность реализации продукции.
- Химическая модель позволяет также выбрать оптимальное оборудование процесса. Например, из приведенной химической модели процесса каталитического риформинга следует, что основные реакции превращения парафиновых или нафтеновых углеводородов являются эндотермическими и протекают с выделением водорода.
- Следовательно, температура процесса превращения сырья в продукт будет уменьшаться, поэтому для поддержания оптимального режима необходимо проводить процесс в несколько стадий с возможностью промежуточного подогрева. Поэтому промышленные установки производства бензинов включают трех- и четырех реакторные схемы с промежуточными секционными печными блоками.
- Таким образом, химические модели используются как при разработке и проектировании промышленных процессов, так и при их эксплуатации.
- Одной химической модели недостаточно для проектирования и эксплуатации химического процесса, поэтому используют также и графические модели.

# Графическая модель

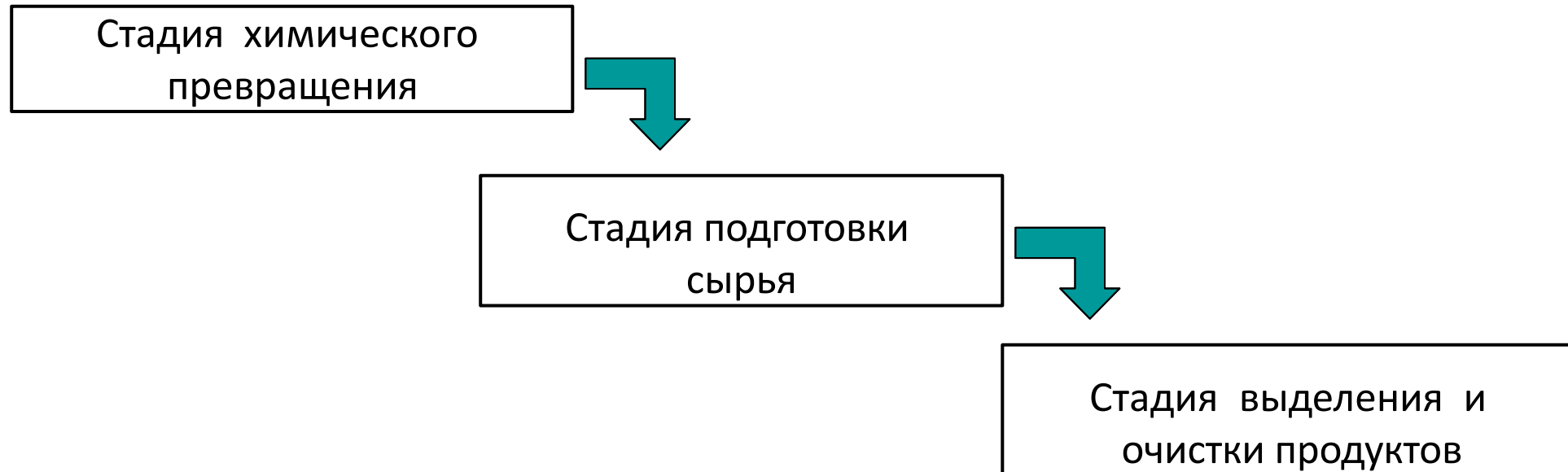
- Строится на основе химической модели.
- Позволяет получить наглядное представление о связях между аппаратами.

## Графическая модель включает в себя:

1. Функциональную схему
  2. Технологическую схему
  3. Структурную схему
- Любая графическая модель может быть представлена в виде одной из трех схем: *функциональной, технологической, структурной*.
  - Основу любой из этих схем составляет химическая модель.
  - **Функциональная схема** показывает последовательность технологических стадий производства, а именно, подготовку сырья, химические превращения, выделения и очистки продуктов.

# Функциональная схема

- Показывает технологическую связь между стадиями какого-либо производства.

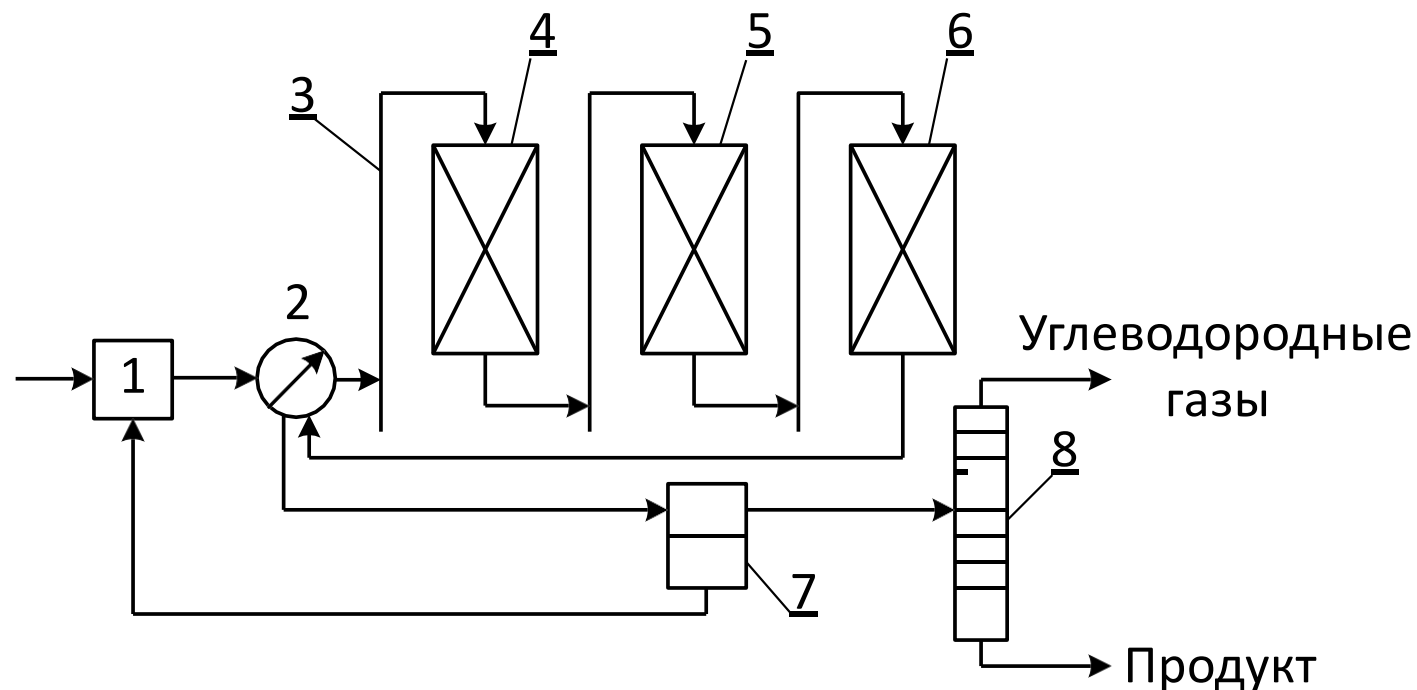


# Функциональная схема

- Рассмотрим функциональную схему производства бензинов.
  1. Подготовка и первичная переработка нефти, ЭЛОУ, АВТ
  2. Разделение нефти на фракции
  3. Стадия гидроочистки прямогонных бензиновых фракций
  4. Стадия каталитической переработки бензиновых фракций
  5. Стабилизация катализаторов
  6. Фракционирование продуктов и производство товарных бензинов
- Таким образом, данная схема дает общее представление о функционировании завода.
- Функциональная схема так же, как и химическая модель служит предпосылкой для аппаратного оформления процесса.
- Функциональная схема является основой для разработки эскизной части проекта.
- Например, из приведенной функциональной схемы видно, что аппаратное оформление будет состоять из дегидраторов для стадии первичной подготовки нефти, колонн ректификации для разгонки нефти, реакторов гидроочистки и печного блока для подогрева сырья до температуры процесса гидроочистки, блока каталитического риформинга, стабилизационной колонны и сепараторов.



# Технологическая схема



**Технологическая схема блока каталитического риформинга бензинов ЛК-6У:**

1 – смеситель; 2 – теплообменник; 3 – змеевик; 4,5,6 – реакторы; 7 – сепаратор; 8 – колонна

В узел смешения 1 подается бензиновая фракция нефти 85–180°С, предварительно подготовленная, которая после смешения с водородсодержащим газом (ВСГ) нагревается в сырьевом теплообменнике 2 и последовательно проходит стадии химического превращения в реакторах 4,5,6 с предварительным подогревом в печах 3.

На выходе из последнего реактора 6 газопродуктовый поток направляется в сырьевой теплообменник, и происходит рекуперация тепла. Из теплообменника газопродуктовый поток направляется в сепаратор 7, где он разделяется на два потока: ВСГ и нестабильный катализат, который содержит растворенные газы.

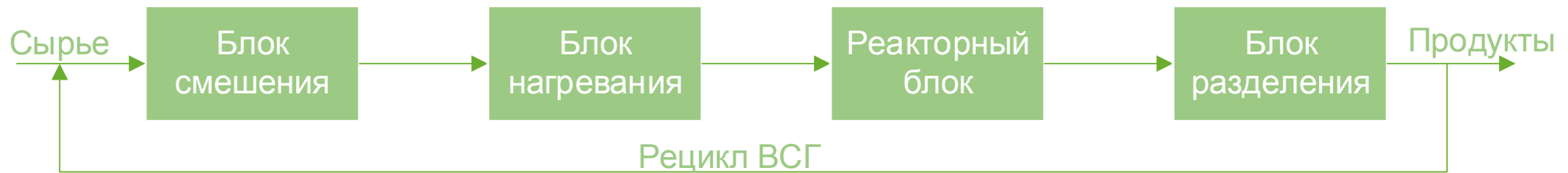
Далее нестабильный катализат направляется в колонну стабилизации 8, где также происходит разделение на два потока: стабильный катализат и углеводородные газы.

# Технологическая схема

- Технологическая схема, как и химическая, может быть детальной или подробной, а может быть формализованной или упрощенной.
- В формализованной схеме однотипные аппараты изображаются упрощенными блоками. Например, блок теплообменников, сепараторов.
- Элементами технологической модели являются аппараты и технологические связи между ними. Данная модель является более подробная, чем функциональная, так как позволяет выделить технологическую направленность каждого из блоков.

# Структурная схема

- Позволяет выделить однотипные блоки ХТС



# Математическая модель

- Позволяет количественно описать процессы химической технологии.
- Состоит из групп уравнений:
  - Математическое описание элементов ХТС:

$$y = F(x, z)$$

- Описание технологических связей между аппаратами:

$$x = L(y)$$

## Модель материального и теплового балансов смесителя:

$$G = \sum_{i=1}^n G_i$$

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n G_i C_{pi} T_i}{C_p(T) G}$$

где  $G$  – массовый расход потока;  $T$  – температура потока;  $C_p(T)$  – теплоемкость потока, как функция от температуры;  $G_i$  – массовый расход  $i$ -го компонента;  $C_{pi}$  – теплоемкость  $i$ -го компонента;  $i = 1, 2, \dots, n$  – номер компонента;  $n$  – число компонентов в смеси.





# КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ


---

**ЧУЗЛОВ ВЯЧЕСЛАВ АЛЕКСЕЕВИЧ**

к.т.н., доцент ОХИ ИШПР

 Учебный корпус №2, ауд. 136

 +7-962-782-66-15

 [chuva@tpu.ru](mailto:chuva@tpu.ru)