

**КАТАЛИТИЧЕСКИЕ  
ПРОЦЕССЫ  
НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ**



# **КАТАЛИТИЧЕСКИЙ КРЕКИНГ**

# ЦЕЛИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

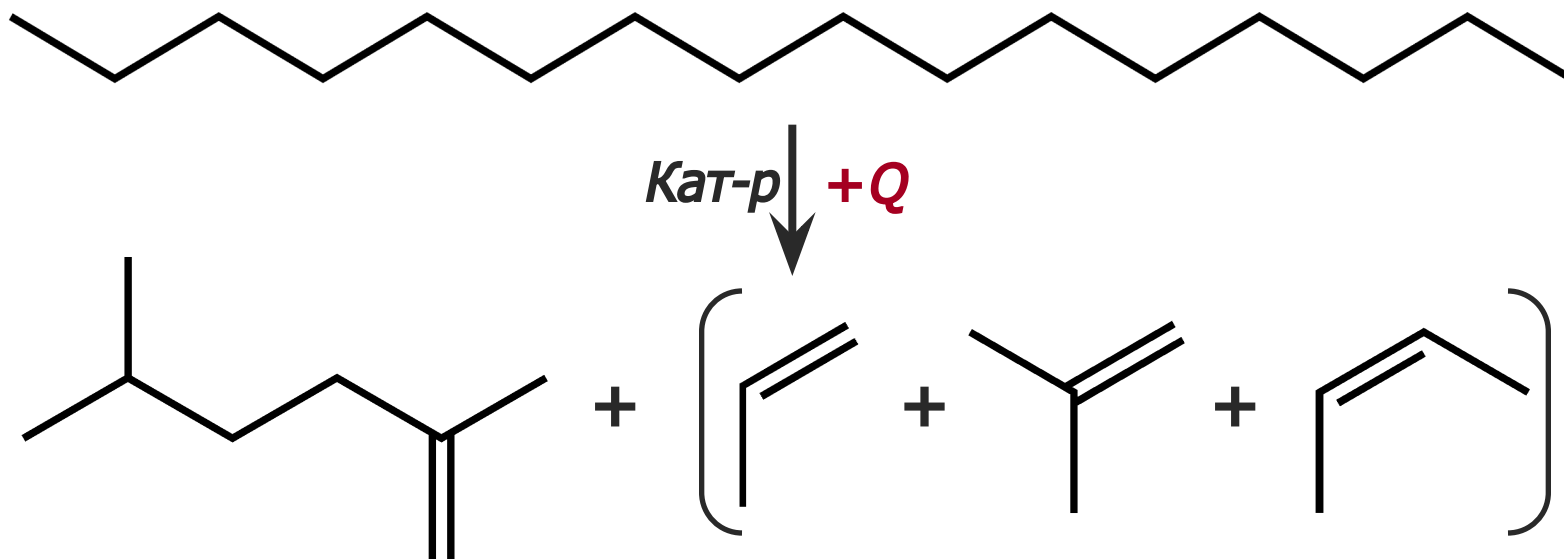
- Получение **высокооктанового бензина** из тяжелого нефтяного сырья:
  - атмосферного газойля
  - легкого вакуумного газойля
  - среднего вакуумного газойля

# ЦЕЛИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

- Получение **низших олефинов** для нефтехимии:
  - пропилена
  - $C_4$ - $C_5$ -олефинов (**кроме диенов**)

# РЕАКЦИИ АЛКАНОВ

- РАСЩЕПЛЕНИЕ ( $-Q$ )
- ИЗОМЕРИЗАЦИЯ
- ДЕГИДРИРОВАНИЕ ( $-Q$ )



# МЕХАНИЗМ КАТКРЕКИНГА

- Образование карбоний-иона

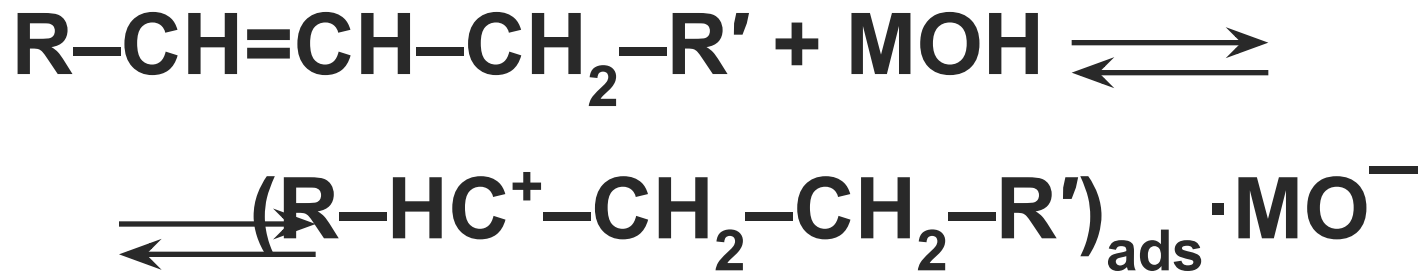
- $t = 450-600^{\circ}\text{C}$

Термокрекинг сырья  $\longrightarrow$



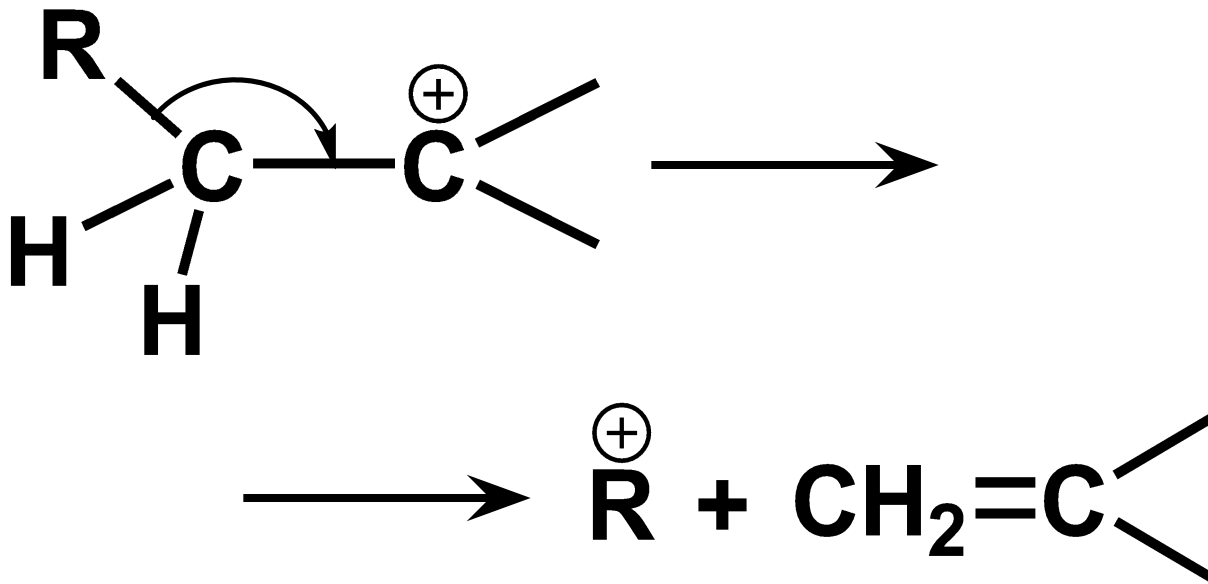
# МЕХАНИЗМ КАТКРЕКИНГА

- Образование карбоний-иона
  - Хемосорбция олефина на кислотных центрах катализатора ( $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{SiO}_2$ )



# МЕХАНИЗМ КАТКРЕКИНГА

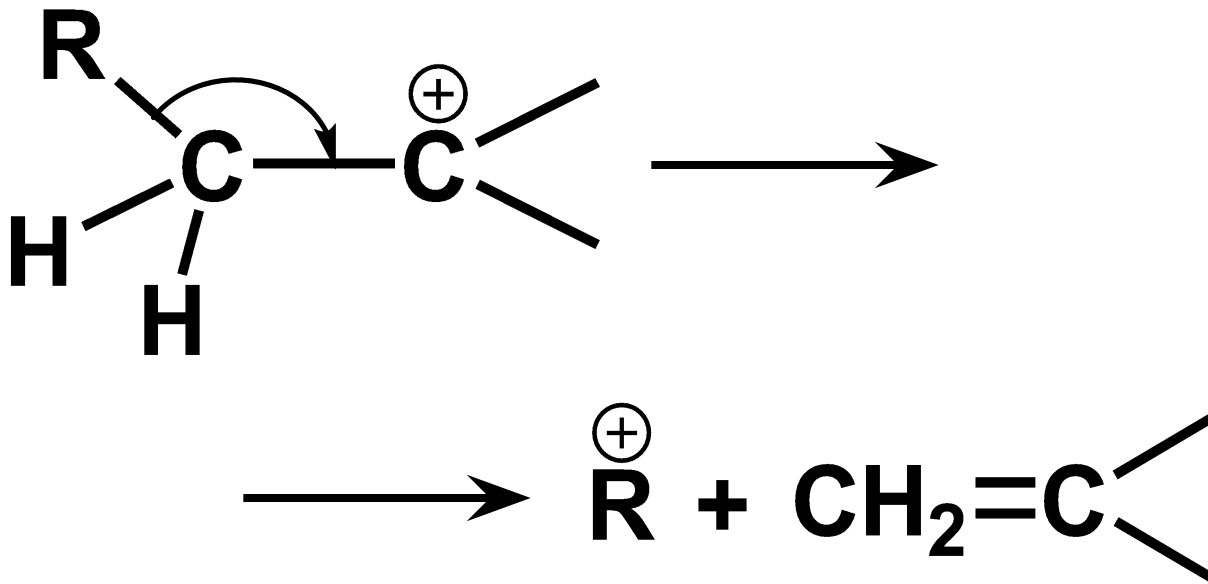
- $\beta$ -Расщепление С–С-связей





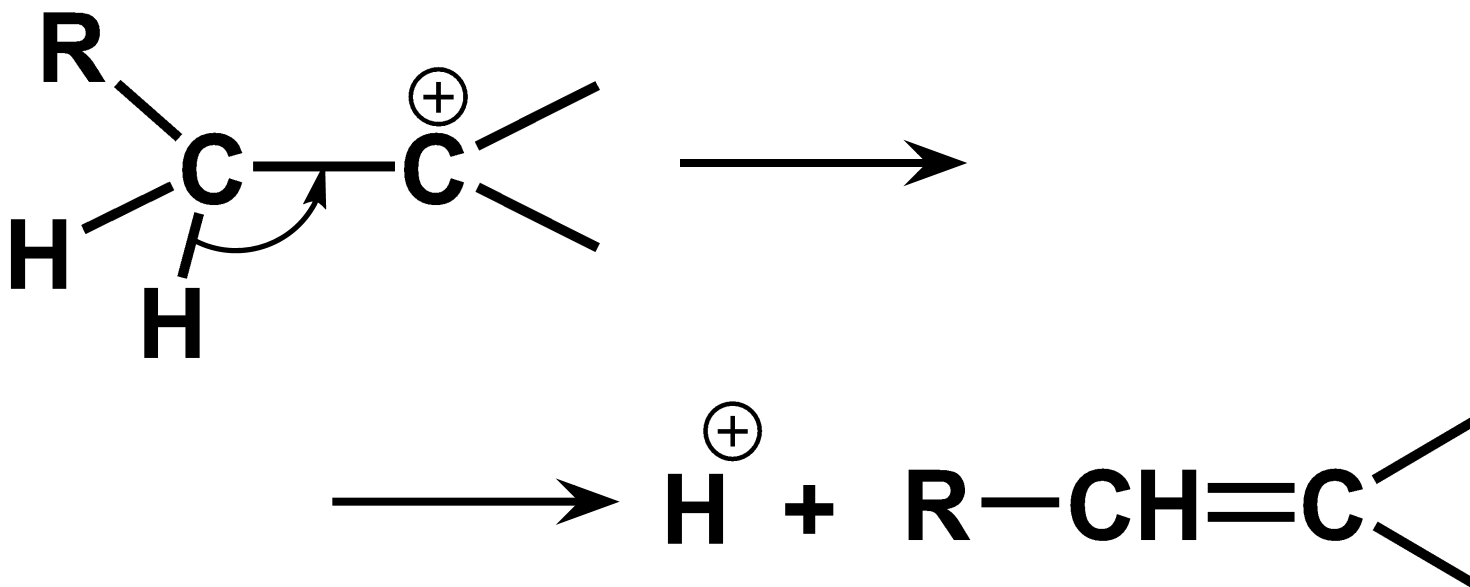
# МЕХАНИЗМ КАТКРЕКИНГА

- $\beta$ -Расщепление С–С-связей



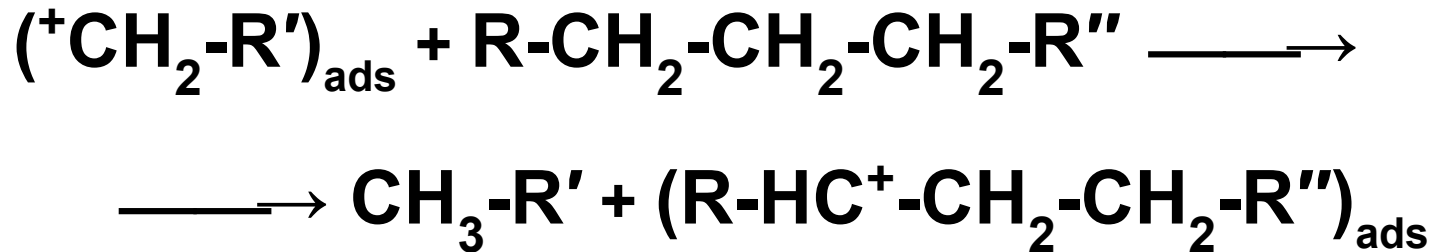
# МЕХАНИЗМ КАТКРЕКИНГА

- $\beta$ -Расщепление С–Н-связей



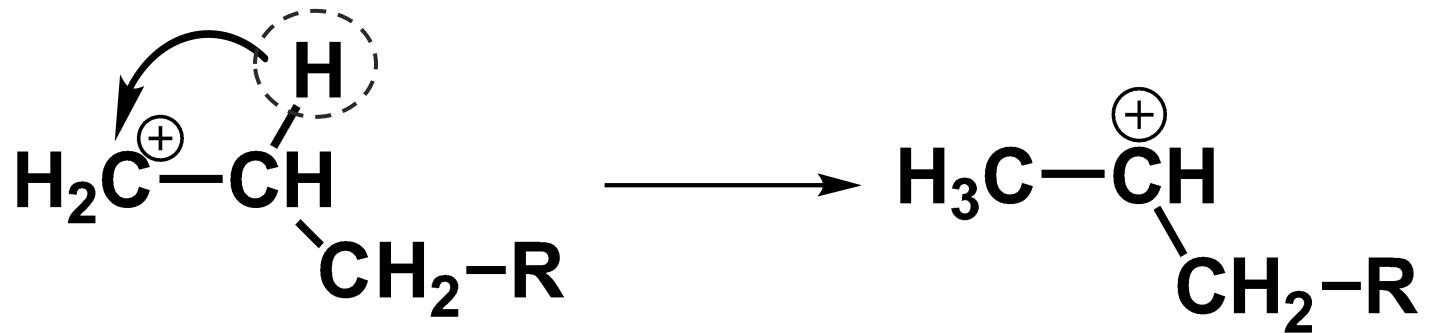
# МЕХАНИЗМ КАТКРЕКИНГА

- Каталитический цикл
  - Передача карбоний-иона



# МЕХАНИЗМ КАТКРЕКИНГА

- Каталитический цикл
  - Изомеризация карбоний-иона



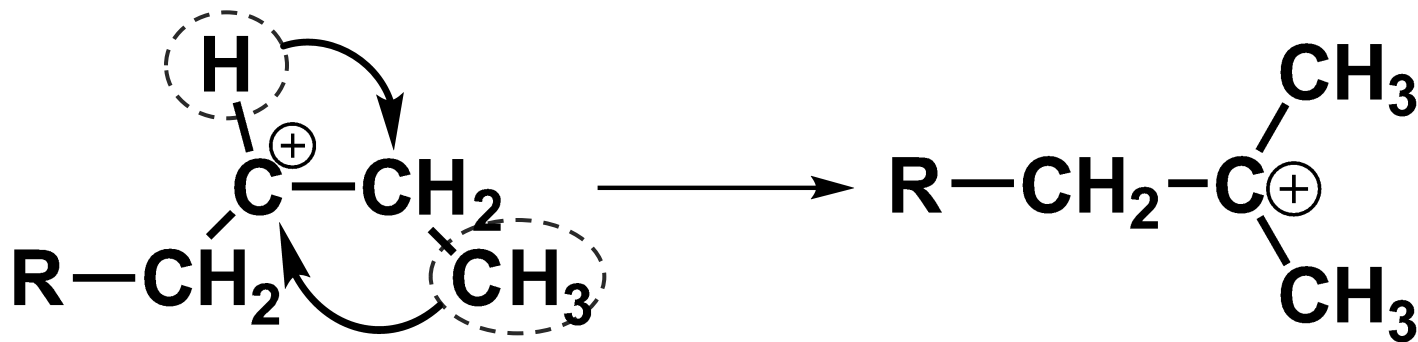
# МЕХАНИЗМ КАТКРЕКИНГА

- Каталитический цикл
  - Образование пропилена



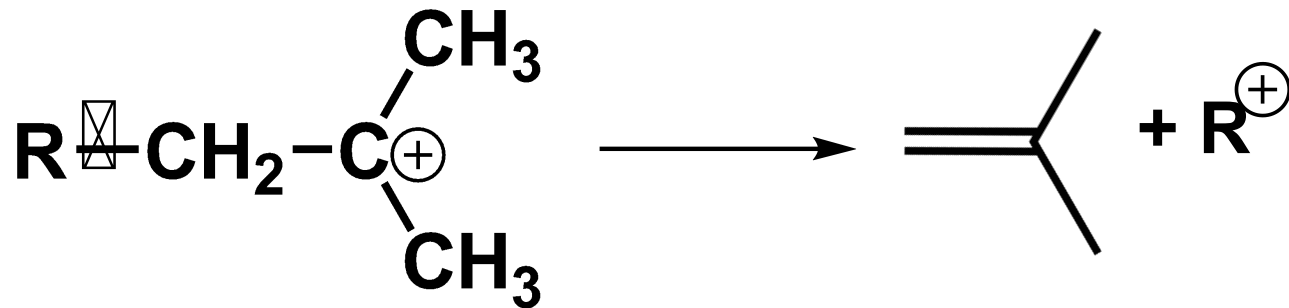
# МЕХАНИЗМ КАТКРЕКИНГА

- Каталитический цикл
  - Изомеризация скелета



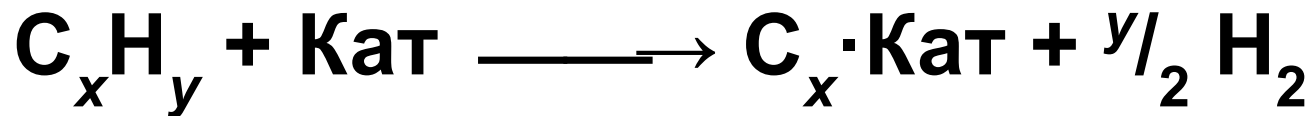
# МЕХАНИЗМ КАТКРЕКИНГА

- Каталитический цикл
  - Образование изобутилена

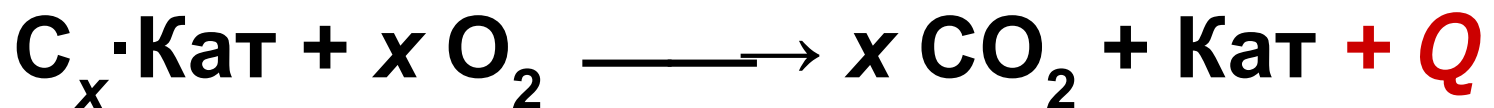


# СОСТОЯНИЕ КАТАЛИЗАТОРА

- **Закоксовывание (образование продуктов уплотнения)**



- **Регенерация —  
выжигание кокса**





# РЕАКЦИИ ГЕТЕРОСОЕДИНЕНИЙ

- РЕАКЦИИ УПЛОТНЕНИЯ

Гетеросоединения  
(S, O, N и пр.)

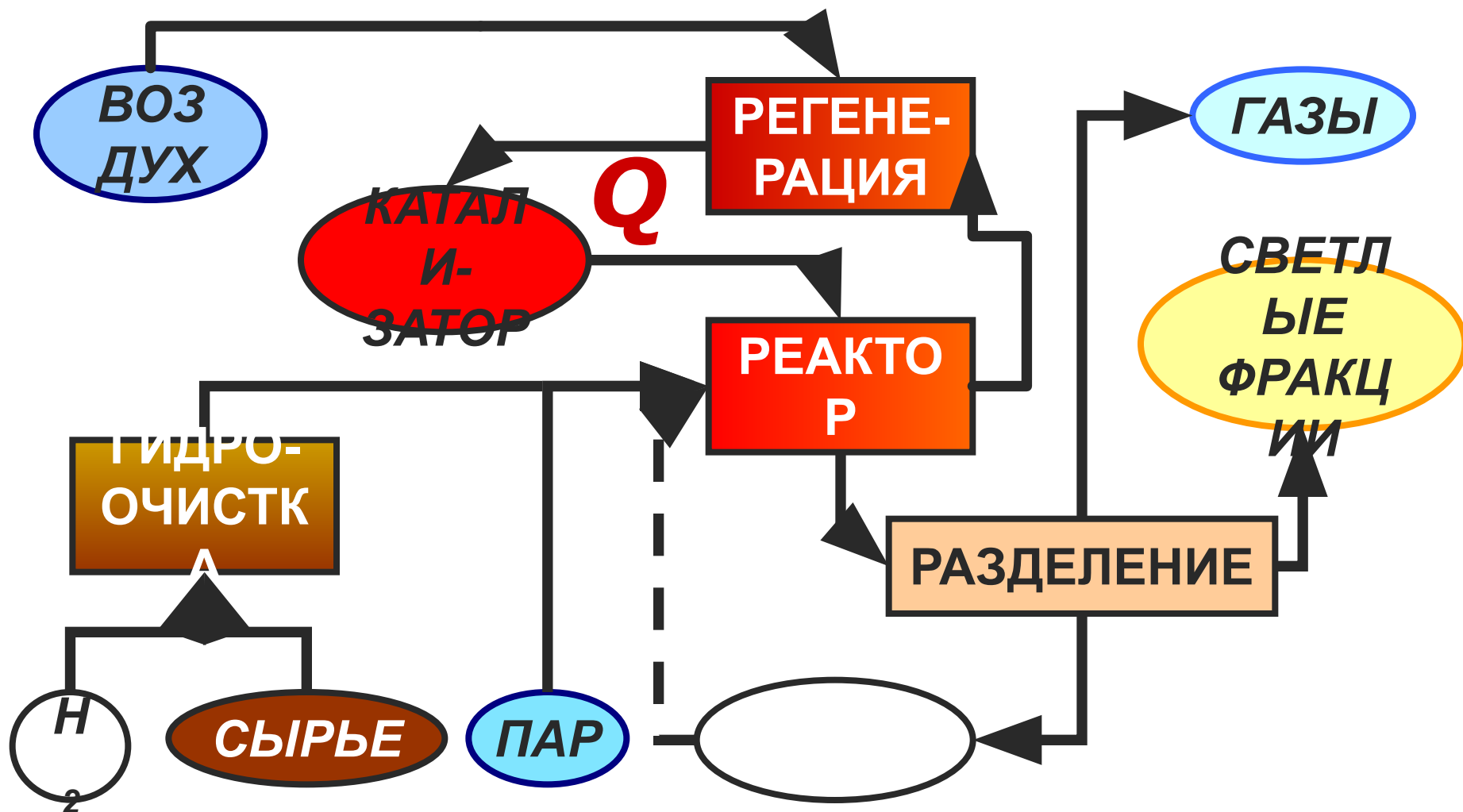


Продукты  
уплотнения  
(кокс)

# ТЕХНОЛОГИЯ КАТКРЕКИНГА

- **Условия крекинга**
  - **Гидроочистка сырья**
  - **Крекинг**
    - **450–540°C**
  - **Регенерация катализатора**
    - **Выжигание с воздухом**
    - **650–750°C**
  - **Принцип рекуперации тепла**

# ОБЩАЯ СХЕМА КРЕКИНГА

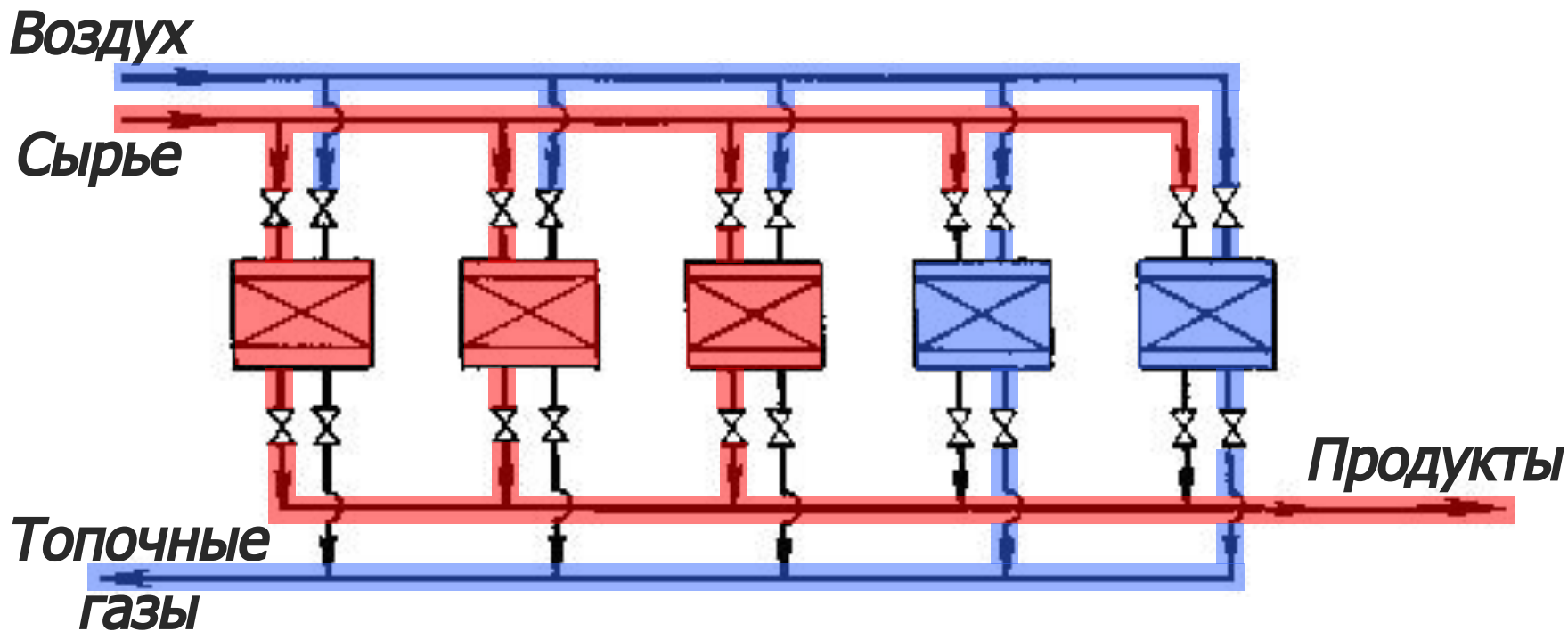


# ТЕХНОЛОГИЯ КАТКРЕКИНГА

- Система Гудри
  - стационарный слой катализатора
  - давление ~атмосферное
  - переключение потоков

# ТЕХНОЛОГИЯ КАТКРЕКИНГА

## ■ Система Гудри



# **ТЕХНОЛОГИЯ КАТКРЕКИНГА**

- **ФСС (Флюид-процесс)**
  - **микросферический  
цеолитный катализатор**
  - **псевдооживленный слой**
  - **крекинг и регенерация  
в разных реакторах**
  - **давление крекинга 0,4 МПа**

# ТЕХНОЛОГИЯ КАТКРЕКИНГА

## ■ FCC

