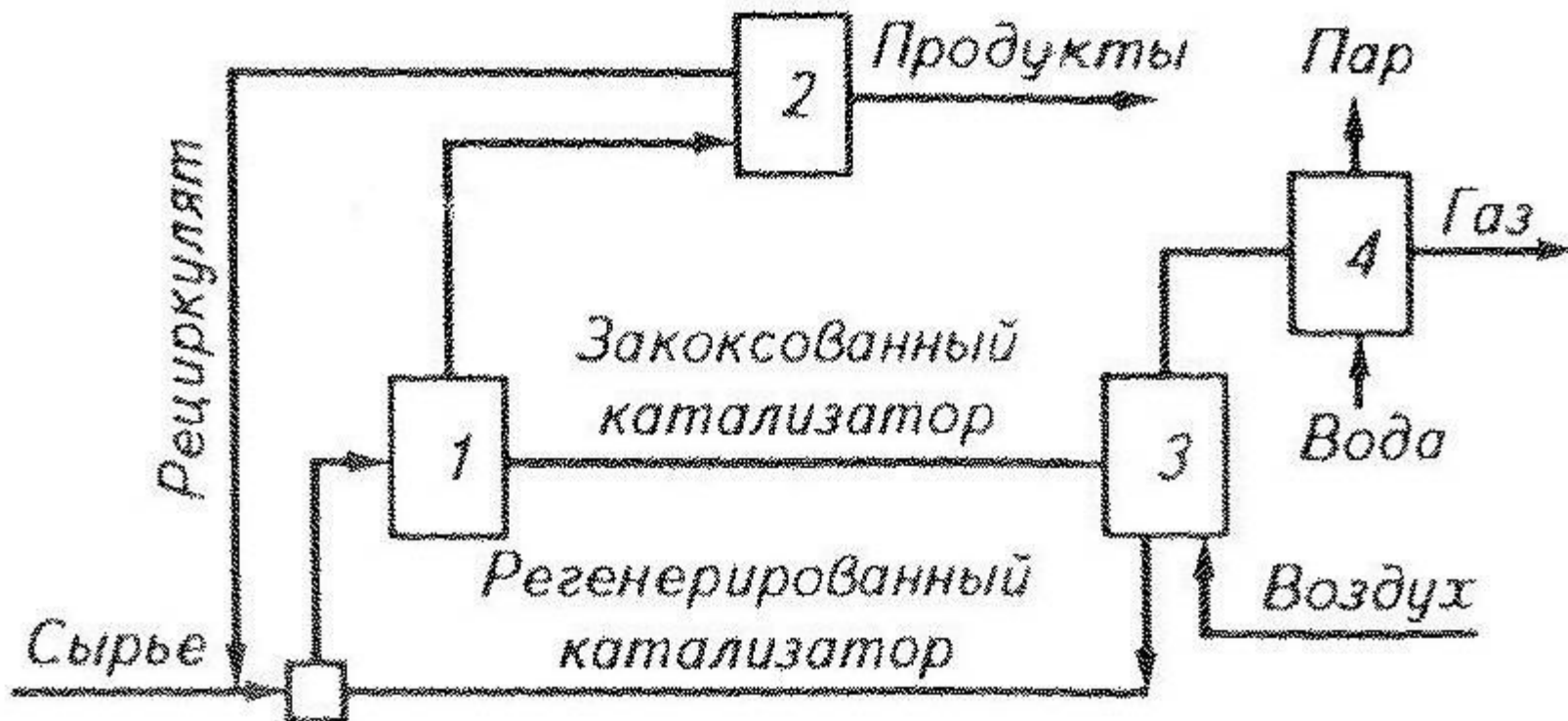


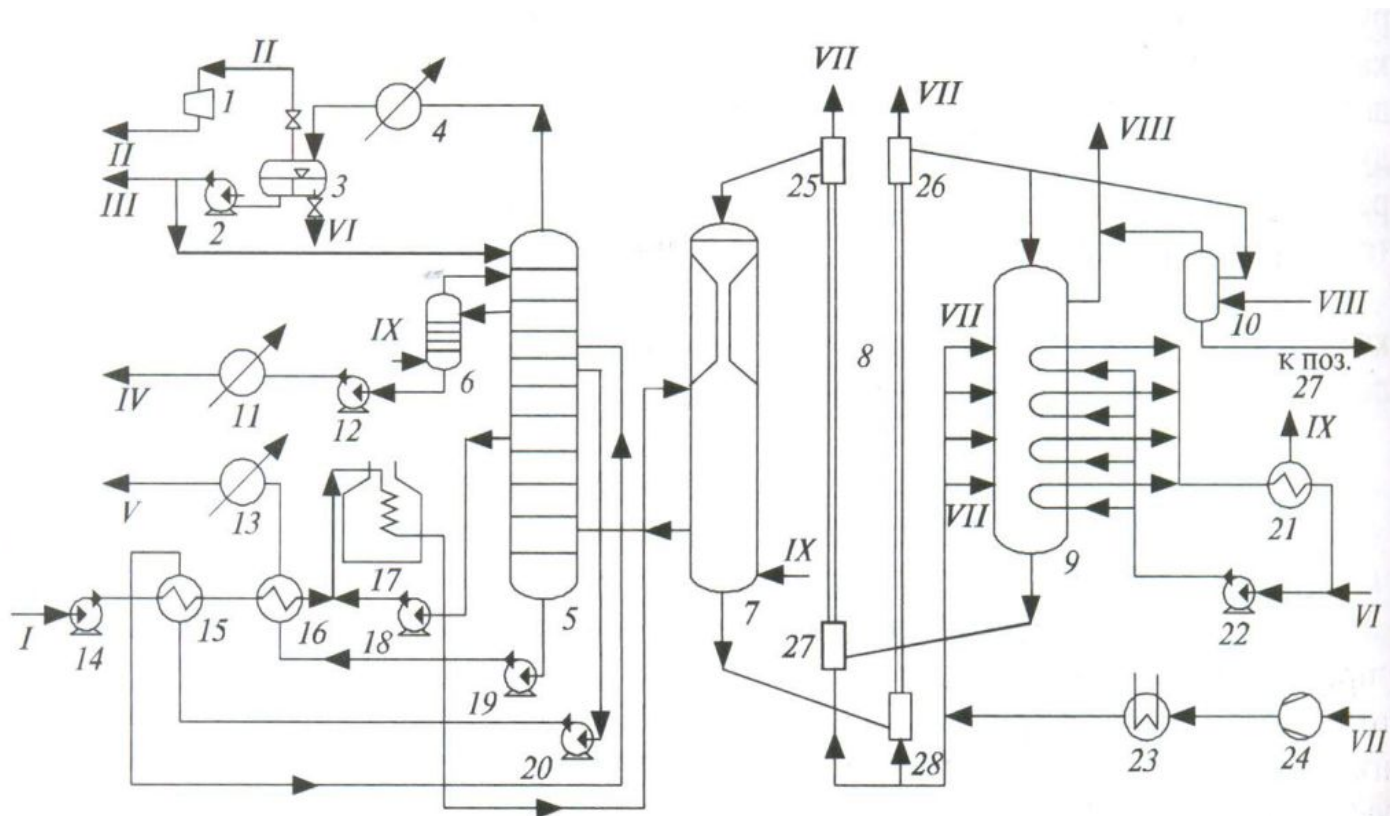
**Каталитический крекинг**  
**Промышленные установки**

# Принципиальная схема процесса каталитического крекинга



1 – реактор, 2 – узел ректификации, 3 – регенератор, 4 – котел утилизатор

# Технологическая схема установки каталитического крекинга с движущимся слоем шарикового катализатора



1 – компрессор; 2, 12, 14, 18 – 20, 22 – насосы; 3 - емкость, 10 – циклонный сепаратор; 4, 11, 13 – холодильники; 5, 6 – колонны; 7 – реактор; 8 – пневмоподъемник; 9 – регенератор; 15, 16 – теплообменники; 17 – печи; 21 – паросборник; 23 – подогреватель воздуха; 24 – воздуходувка; 25, 26 – бункеры-сепараторы; 27, 28 – дозаторы пневмотранспорта;

I – сырье; II – газ; III – бензин; IV – фракция 195 – 350 °С; V – фракция выше 350 °С; VI – вода; VII – воздух; VIII – дымовые газы; IX – водяной пар

# **Технологический режим работы установки каталитического крекинга с движущимся слоем шарикового катализатора**

## **Температура, °С:**

- сырьё 350-420**
- в реакторе 450-490**
- в регенераторе 590-650**

## **Давление, МПа:**

- в реакторе 0,07**
- в регенераторе 0,02**

**Кратность циркуляции катализатора, т/т сырья 1,8-2,5**

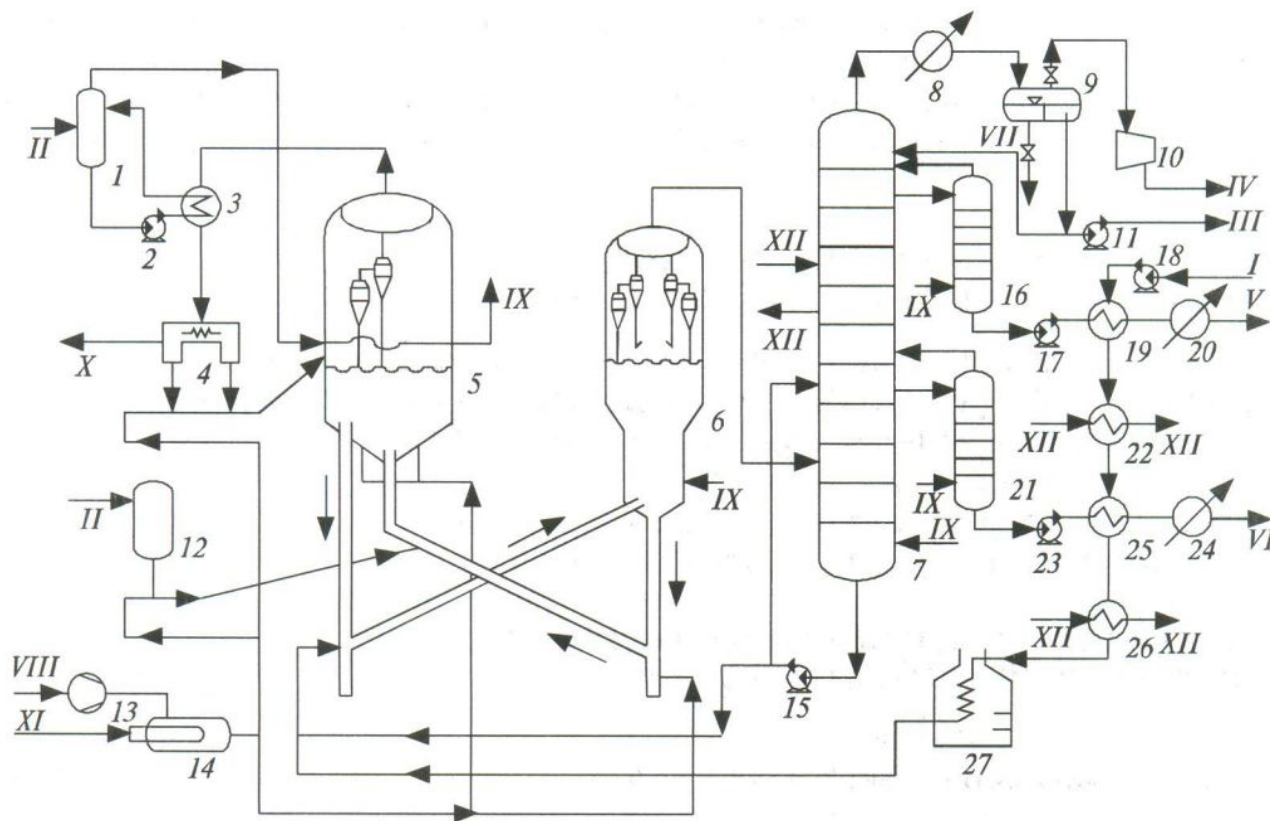
**Время контакта катализатора с сырьем, с 1200**

# **Материальный баланс установки каталитического крекинга с движущимся слоем шарикового катализатора**

**Поступило, % (мас.):**

<b>Сырье</b>	<b>100,0</b>
<b>Всего:</b>	<b>100,0</b>
<b>сухой газ</b>	<b>1,5</b>
<b>пропан-пропиленовая фракция</b>	<b>3,0</b>
<b>бутан-бутиленовая фракция</b>	<b>4,5</b>
<b>бензин (C<sub>5</sub>-195°С)</b>	<b>35</b>
<b>легкий газойль (195-350°С)</b>	<b>25</b>
<b>тяжелый газойль (&gt;350°С)</b>	<b>27,5</b>
<b>кокс (выжигаемый)</b>	<b>3,5</b>
<b>Всего:</b>	<b>100,0</b>

# Технологическая схема установки с кипящим слоем катализатора



1 – сепаратор; 2, 11, 15, 17, 18, 23 – насосы; 3 – котел-утилизатор; 4 – электрофильтр; 5 – регенератор; 6 – реактор; 7, 16, 21 – колонны; 8, 20, 24 – холодильник; 9 – емкость; 10 – компрессор; 12 - бункер катализатора; 13 – воздуходувка; 14 – подогреватель воздуха; 19, 22, 25, 26 – теплообменники; 27 – печь;

I – сырье; II – катализатор; III – бензин; IV – газ; V – фракция 195 – 350 °С; VI – фракция выше 350 °С; VII – вода; VIII – воздух; IX – водяной пар; X – дымовые газы; XI – топливный газ; XII – циркуляционное орошение колонны

**Технологический режим установки  
каталитического крекинга с кипящим слоем  
катализатора (без лифт-реактора)**

<b>Температура крекинга, °С</b>	<b>475 - 485</b>
<b>Температура нагрева сырья, °С</b>	<b>320 - 350</b>
<b>Массовая скорость подачи сырья, ч<sup>-1</sup></b>	<b>10 - 12</b>
<b>Кратность циркуляции</b>	<b>5,0 - 5,5</b>
<b>Давление в реакторе, атм.</b>	<b>0,60 - 0,68</b>
<b>Температура регенерации, °С</b>	<b>610 - 620</b>
<b>Давление в регенераторе, атм.</b>	<b>0,08 - 0,10</b>
<b>Содержание остаточного кокса на катализаторе, % (мас.)</b>	<b>0,20 - 0,25</b>

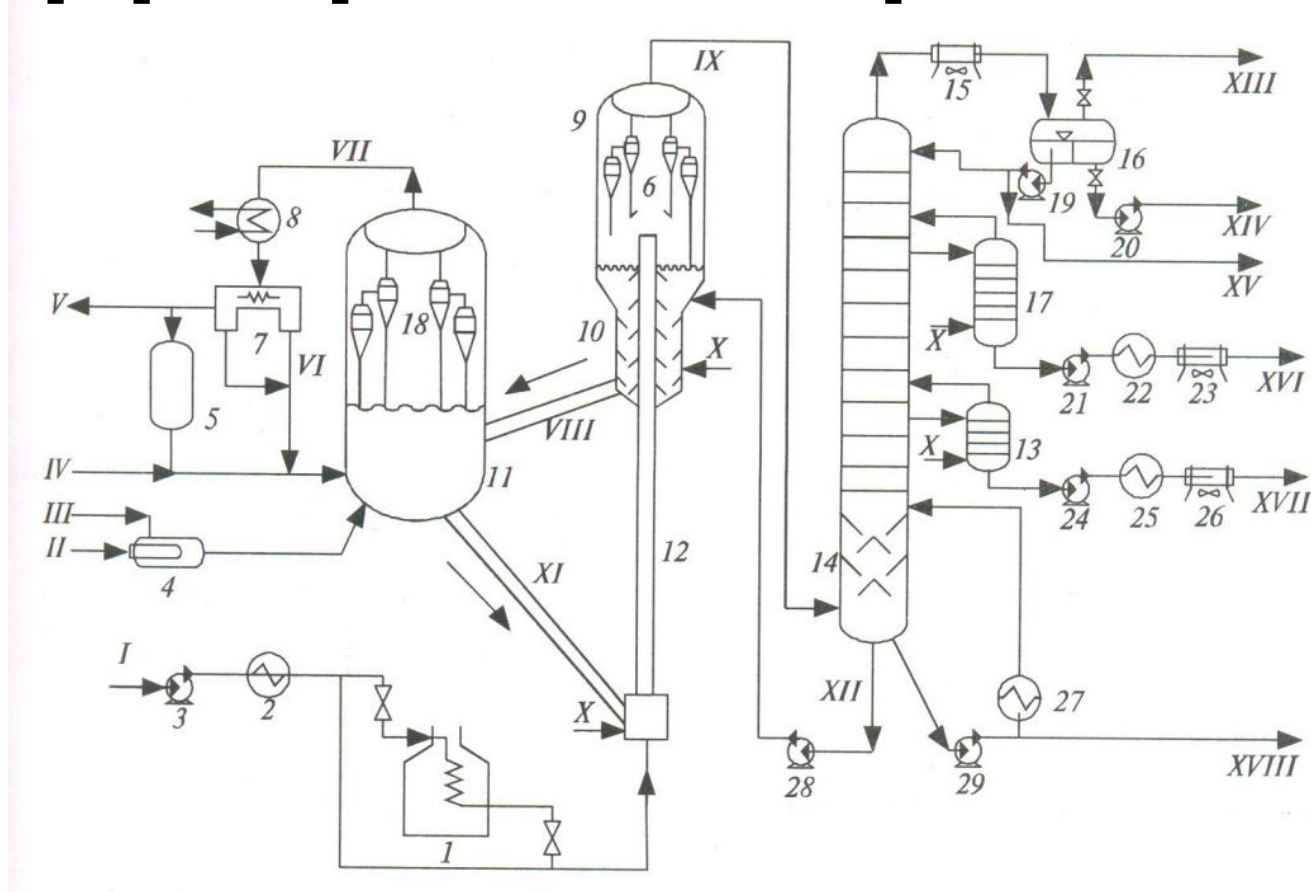
# Выход продуктов с установки каталитического крекинга с кипящим слоем катализатора (без лифт-реактора)

Выход продуктов, % (мас.):

сумма $C_2$	3,0
фракция $C_3 - C_4$	5,6
бензин с к.к-205°С	38,0
легкий газойль	30,0
тяжелый газойль	20,2
КОКС	3,2



# Принципиальная схема установки каталитического крекинга с лифт-реактором на цеолитсодержащем катализаторе



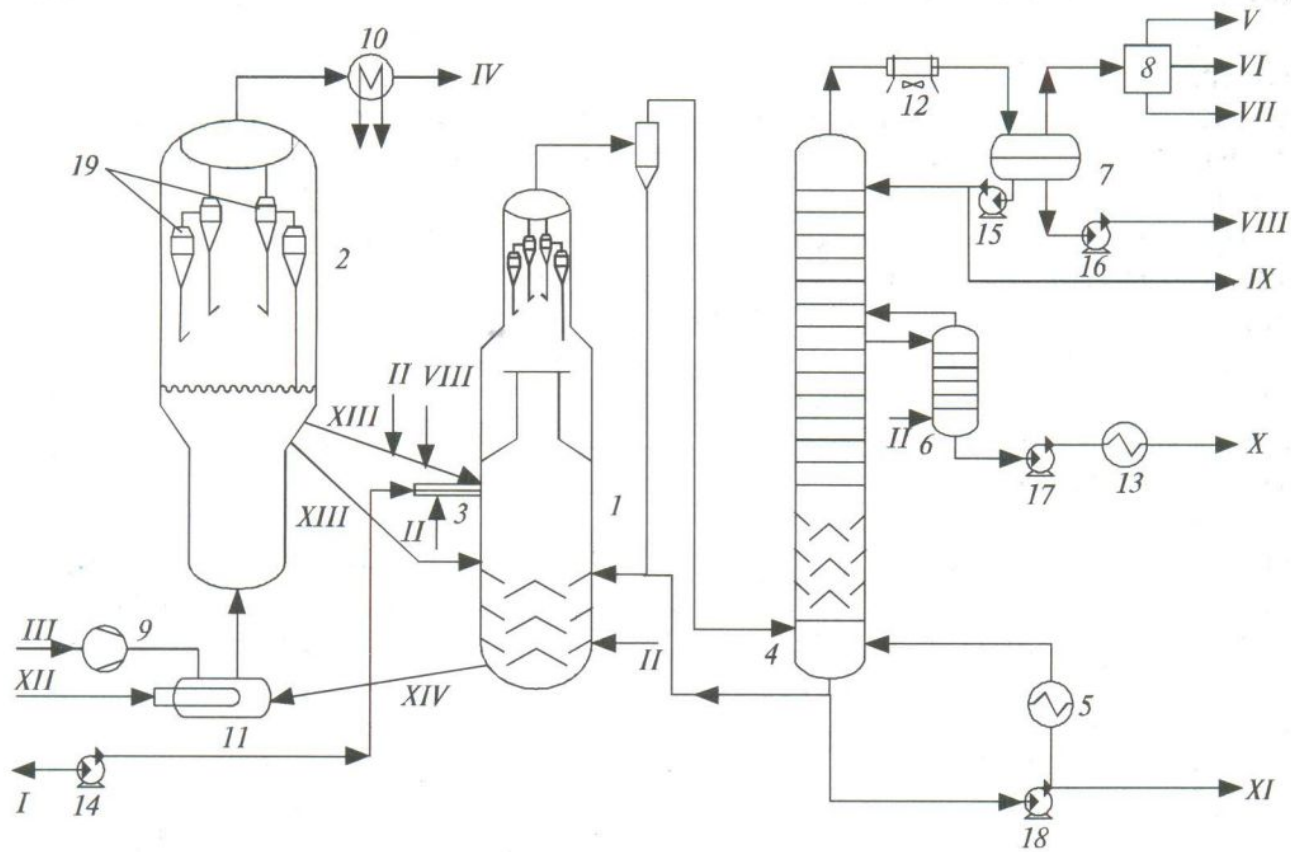
1 — трубчатая печь; 2, 22, 25, 27 — теплообменники; 3, 19, 20, 21, 24, 28, 29, — насосы; 4 — подогреватель воздуха; 5 — бункер для катализатора; 6, 18 — циклоны; 7 — электрофильтр; 8 — котел-утилизатор; 9 — реактор-сепаратор; 10 — десорбер реактора; 11 — регенератор; 12 — лифт-реактор; 13, 17 — отпарные колонны; 14 — ректификационная колонна; 15, 23, 26, — аппараты воздушного охлаждения; 16 - емкость;

I — сырье; II — топливо в подогреватель; III — воздух; IV — свежий катализатор на догрузку системы; V — очищенные дымовые газы; VI — катализаторная пыль; VII — дымовые газы; VIII — закоксованный катализатор; IX — продукты реакции; X — водяной пар; XI — регенерированный катализатор; XII — шлам; XIII — углеводородный газ; XIV — водный конденсат; XV — бензин; XVI - легкий газойль; XVII — сырье для технического углерода (фр. 350 – 420 °С); XVIII — остаточная фракция (выше 420 °С)

## **Характеристика технологического режима и выход продуктов установки каталитического крекинга вакуумного газойля с лифт-реактором**

Температура в лифт-реакторе, °С		515 – 520
Массовая скорость подачи сырья, ч-1	80 – 100	
Кратность циркуляции	5,5 – 6,0	
Давление в реакторе, МПа	0,15	
Температура в регенераторе, °С		650 – 670
Давление в регенераторе, МПа		0,15
Выход продуктов, % (мас.):		
сумма $C_1 - C_2$ , $H_2$	3,4	
фракция $C_3 - C_4$	12,6	
бензин с к.к. - 205°С	50,0	
легкий газойль		12,9
тяжелый газойль	17,5	
кокс	3,6	

# Технологическая схема установки каталитического крекинга MSCC



1 – реактор; 2 – регенератор, 3 – распределитель сырья; 4 – ректификационная колонна; 5- пароподогреватель; 6 – отпарные колонны; 7 – емкость; 8 - секция газодифференциации; 9 – воздушный компрессор; 10 – котел-утилизатор; 11 – подогреватель воздуха; 12 – аппарат воздушного охлаждения; 13 – теплообменник; 14 - 18 – насосы; 19 – цикломены;

I – сырье; II – пар; III – воздух; IV – дымовые газы; V – сухой газ в топливную сеть; VI – пропан-пропиленовая фракция; VII – бутан-бутиленовая фракция; VIII – кислая вода; IX – бензин; X – легкий газойль; XI – тяжелый газойль; XII – топливо в подогреватель 11; XIII - регенерированный катализатор; XIV – закоксованный катализатор

# **Технологический режим установки каталитического крекинга MSCC**

Температура в реакторе, °С	520 °С
Кратность циркуляции	5,5 – 6,0
Давление в реакторе и регенераторе, мПа	0,15
Температура в регенераторе, °С	650 - 670
Время контакта сырья и катализатора, сек.	0,1

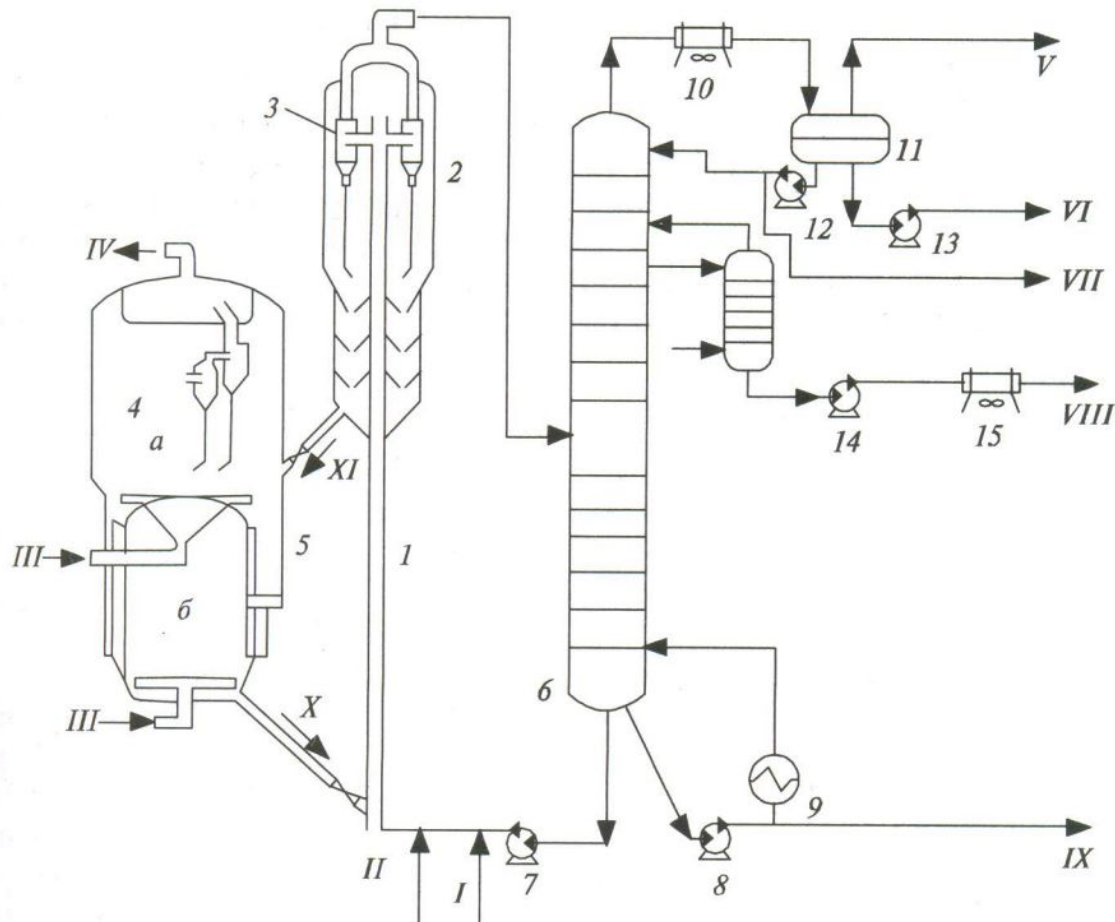
# Выход продуктов установки каталитического крекинга микросекунд (MSCC), % об.

сумма $C_1 - C_2$	3,6
сумма $C_3 - C_4$	20,5
бензин ( $C_5 - 221\text{ °C}$ )	57,0
легкий газойль (221 – 360 °C)	20,6
тяжелый газойль (> 360 °C)	9,0
кокс, % (мас.)	5,5

# **Процесс каталитического крекинга с получением максимального количества пропилена**

Температура в реакторе, °C	550 – 570	
Кратность циркуляции катализатора		16 – 18
Время контакта сырья и катализатора, сек.		< 0,5
Выход пропилена, % мас.		20 – 22
Выход бутиленов, % мас.	10 - 15	

# Установка каталитического крекинга остаточного сырья РСС



1 – лифт-реактор, 2 – реактор-сепаратор; 3 – циклоны, 4 – двухступенчатый регенератор (а – первая ступень; б – вторая ступень), 5 – холодильник катализатора; 6 – ректификационная колонна; 7, 8, 12, 13, 14 – насосы; 9 – подогреватель; 10, 15 – аппараты воздушного охлаждения; 11 – емкость;

I – остаточное сырьё; II – остаточное сырьё и разбавитель; III – газ-разбавитель; IV – воздух; V – дымовые газы; VI – газ; VII – вода; VIII – бензин; IX – легкий газойль; X – остаточная фракция

# Качество сырья и материальный баланс установки РСС

Показатель	
<b>Качество сырья</b>	
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	949,0
Содержание металлов, г/т	50
Содержание серы, % мас.	2,2
<b>Выход жидких продуктов, % об.</b>	
Пропан/пропилен	2,1/6,9
Бутан/Бутилен	3,1/8,4
Бензин (С <sub>5</sub> – 221°С)	55,9
Средние дистилляты (221 – 330°С)	12,9
Тяжелый газойль, 330 °С	12,8



# Продукты каталитического крекинга

