

# **ПРОЦЕССЫ КОКСОВАНИЯ**

# ПЛАН ЛЕКЦИИ

- 1 Теоретические сведения
- 2 Основные факторы процесса
- 3 Термоконтактный крекинг (ТКК),  
Флюид-кокинг, Флексикокинг

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

## Основные недостатки УЗК

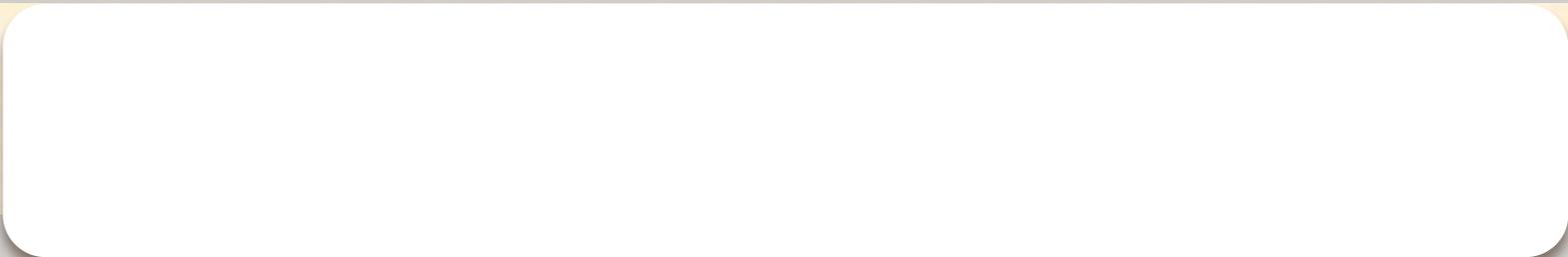
- 1 Периодичность работы реакторного блока
- 2 Трудоёмкость операции выгрузки кокса
- 3 Малый межремонтный пробег (6-12 мес.)
- 4 Закоксовывание змеевиков печей

## Решение:

Организация непрерывного вывода кокса из  
зоны реактора

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

## Процесс трехстадийный

A large, empty, white rounded rectangular box with a subtle drop shadow, positioned below the title. It is intended for the user to write theoretical information about the first stage of the three-stage process.A second large, empty, white rounded rectangular box with a subtle drop shadow, positioned below the first one. It is intended for the user to write theoretical information about the second stage of the three-stage process.A third large, empty, white rounded rectangular box with a subtle drop shadow, positioned below the second one. It is intended for the user to write theoretical information about the third stage of the three-stage process.

# ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОЦЕССА

- 1 Сырьё (мазуты, гудроны, природные битумы, смолы с плотностью 940-1200 кг/м<sup>3</sup>)
- 2 Температура – 510-540°С
- 3 Давление над слоем – 0,14-0,16 МПа
- 4 Кратность циркуляции непревращенного сырья – 0,4-0,6
- 5 Время пребывания сырья в реакционной зоне – 6-12 мин.
- 6 Кратность циркуляции теплоносителя - невысокая, чтобы не было слипания частиц теплоносителя при контакте с сырьем

$$K_{ц} = \frac{G_T}{G_C} = 6,5-8 \text{ кг/кг}$$

# ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОЦЕССА

Теплоноситель – количество определяется из теплового баланса реакторного блока и гидродинамического расчета

Диаметр частиц теплоносителя – 2-3 мм

- 1 Используются коксовые частицы
- 2 Происходит контакт с жидким сырьём
- 3 Крекинг и коксование на поверхности кокса-теплоносителя
- 4 Частицы кокса покрываются тонким слоем образовавшегося кокса
- 5 Укрупнённые частицы отводятся из системы

# ТКК, ФЛЮИД-КОКИНГ, ФЛЕКСИКОКИНГ

Теплота для прохождения реакции выделяется при частичном сгорании кокса в коксонагревателе (ТКК, Флексикокинг) или печи (Флюид-кокинг)

Нагретые частицы кокса направляются в реактор, а холодные - в коксонагреватель или печь-нагреватель

Остаточное сырье (550°C) распыляется над псевдоожиженным слоем кокса

Реакции коксования протекают в тонком слое на поверхности частиц кокса. Мелкие частицы обеспечивают большую площадь реакции

Слой кокса ожижается парами продуктов и водяного пара

Парообразные продукты выводятся из реактора через циклон в скруббер

В скруббере тяжелые фракции конденсируются и возвращаются в реактор. Легкие фракции сверху отводятся в колонну ректификации

# ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОЦЕССА

Реакция проводится в режиме

*псевдоожигения*

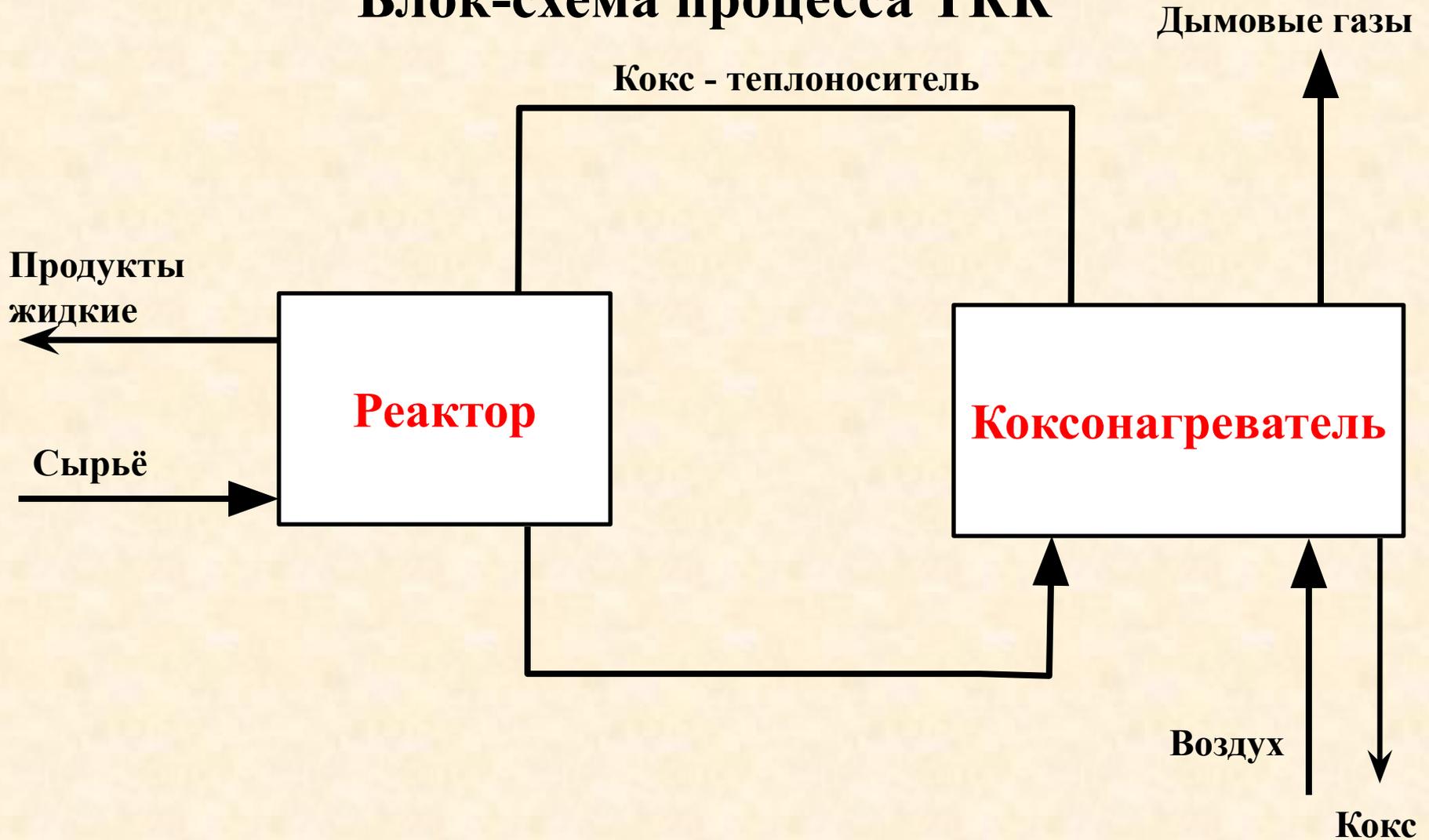
*Глубина крекинга* зависит от длительности пребывания кокса-теплоносителя в

ре

	Температура, оС
Кокса-теплоносителя	620-650
В реакторе	510-520
Сырье в реактор	300-350
В коксонагревателе	600-650

# ТКК

## Блок-схема процесса ТКК



# БЛОКИ УСТАНОВКИ

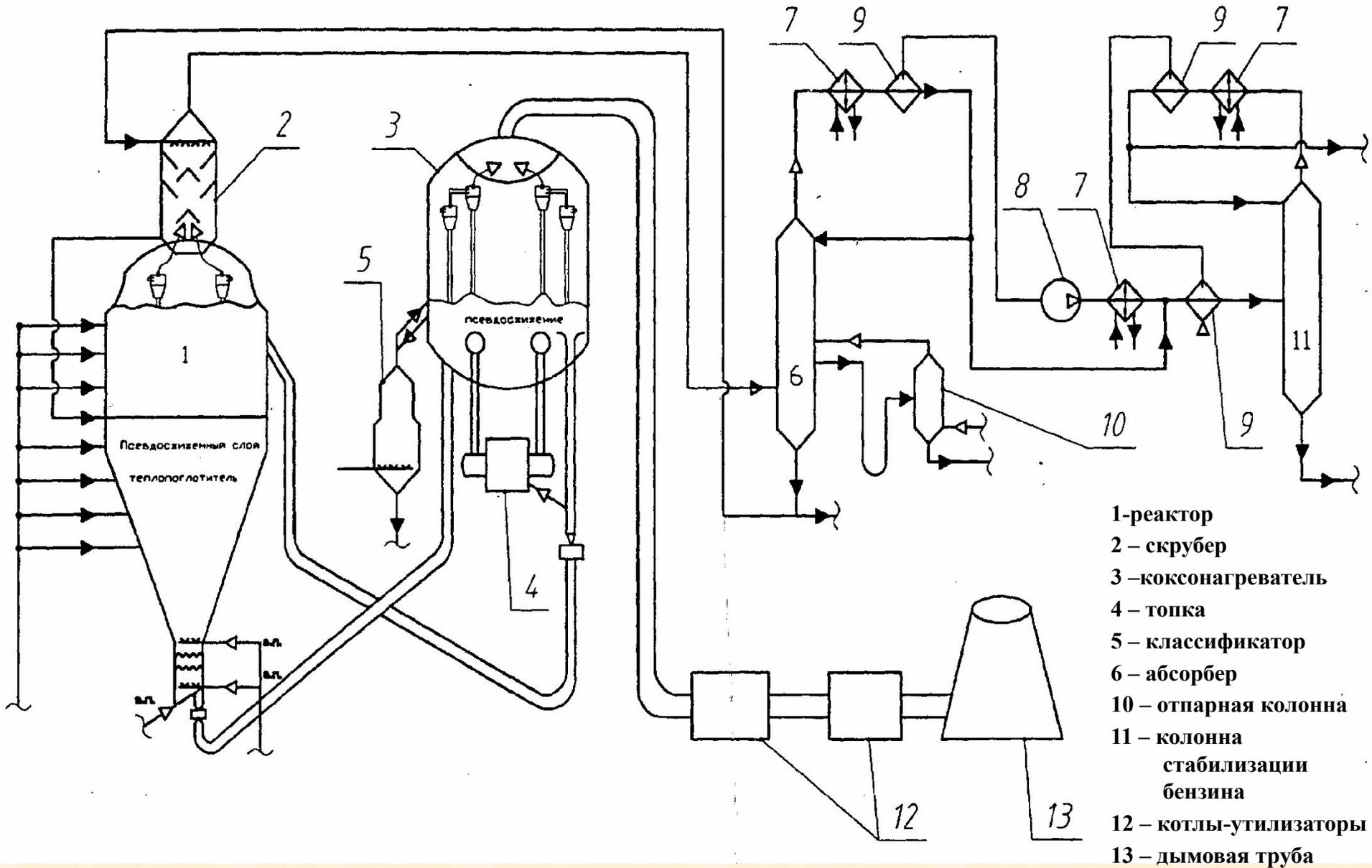
1 – реакторный (реактор, коксонагреватель, классификатор кокса)

2 – фракционирующий (ректификационные колонны)

## *Стадии превращения сырья:*

- Нагрев
- Испарение
- Крекинг (в паровой фазе)
- Уплотнение (на поверхности частиц кокса)

# ТКК



- 1-реактор
- 2 – скруббер
- 3 –коксонагреватель
- 4 – топка
- 5 – классификатор
- 6 – абсорбер
- 10 – отпарная колонна
- 11 – колонна стабилизации бензина
- 12 – котлы-утилизаторы
- 13 – дымовая труба

# ТКК

**В ректоре** до 100

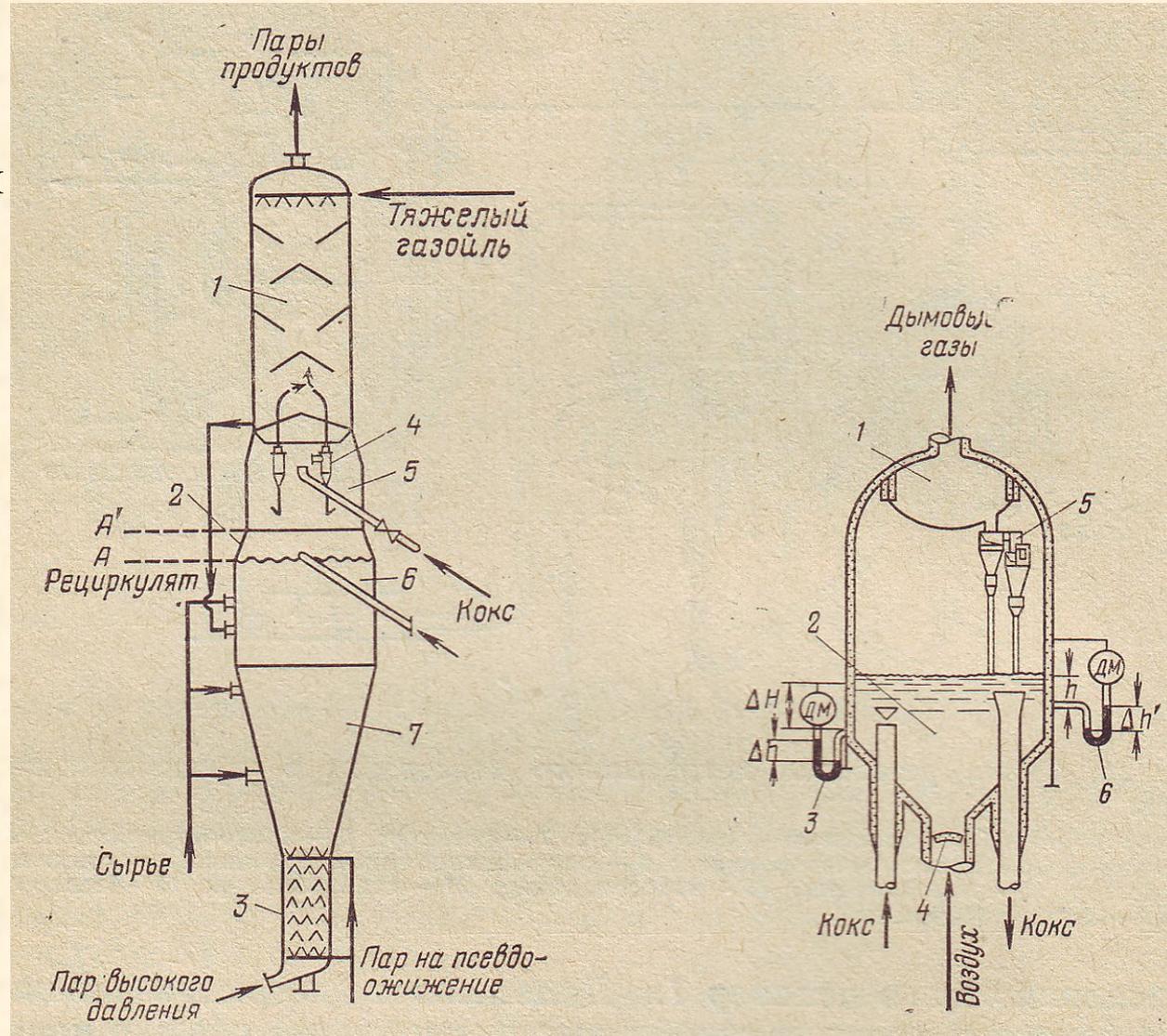
форсунок для подачи сырья по периметру

**Малый диаметр верхней части реактора** — для

увеличения скорости паров, уменьшения вторичных реакций разложения, уменьшения закоксовывания циклонов

**Нижняя коническая часть реактора** — для

уменьшения расхода водяного пара на псевдоожижение



# ПРИМЕРНЫЙ МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС ПРОЦЕССА ТКК

**Продукты, % масс. (сырьё – гудрон)**

<b>Газ.....</b>	<b>10</b>
<b>Бензин.....</b>	<b>12</b>
<b>Легкий газойль .....</b>	<b>63</b>
<b>Тяжелый газойль.....</b>	
<b>Кокс.....</b>	<b>15</b>

# ТКК

<i>Достоинства</i>	<i>Недостатки</i>
Непрерывность процесса	Металлоемкость Кокс низкого качества (в качестве топлива)
Высокая мощность (до 2 млн. т/год)	
Возможность автоматизации	
Выработка ВП высокого давления	
Долгий межремонтный пробег (до 2 лет)	
Отсутствие трубчатых печей	

# ТКК

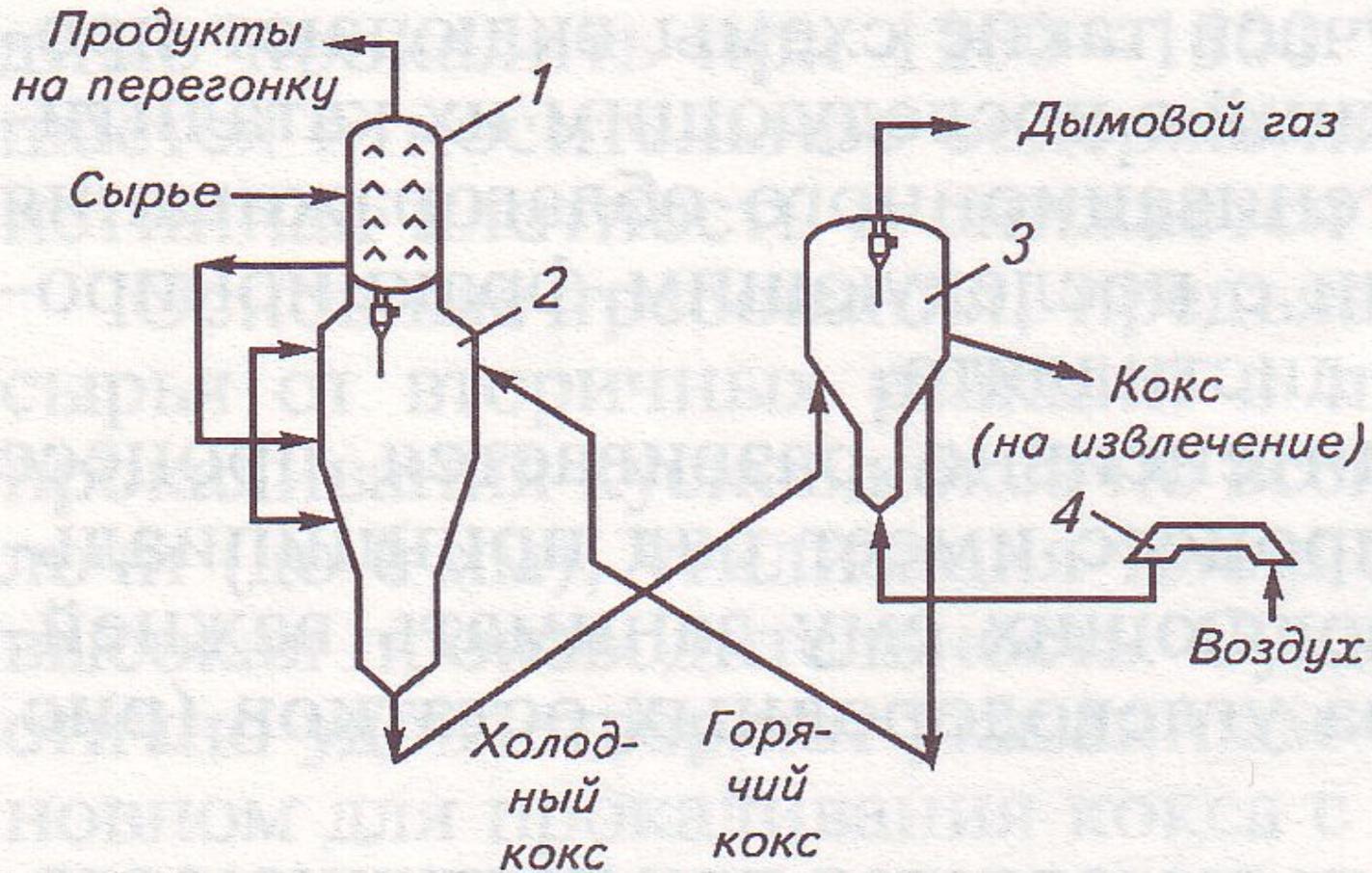
## Варианты осуществления процесса ТКК (ВНИИ НП).

- 1 **ТКК гудрона с получением моторных топлив**. Сырьё – гудрон с н.к. 540-560<sup>о</sup>С. Отбирается до 80 % жидких фракций, выкипающих до 500 °С.
- 2 **ТКК мазутов и тяжелых нефтей с получением котельного топлива** без рисайкла тяжелых фракций и ГО дистиллятных фракций. Получение более 80 % КТ с низким (0,5-1 % масс.) содержанием серы.
- 3 **ТКК мазутов, гудронов, природных битумов и др. с последующей газификацией** порошкообразного кокса. Получение 97-98 % топливных продуктов и 2-3 % обогащенного металлами (ванадием, никелем) кокса.

# ФЛЮИД-КОКИНГ И ФЛЕКСИКОКИНГ

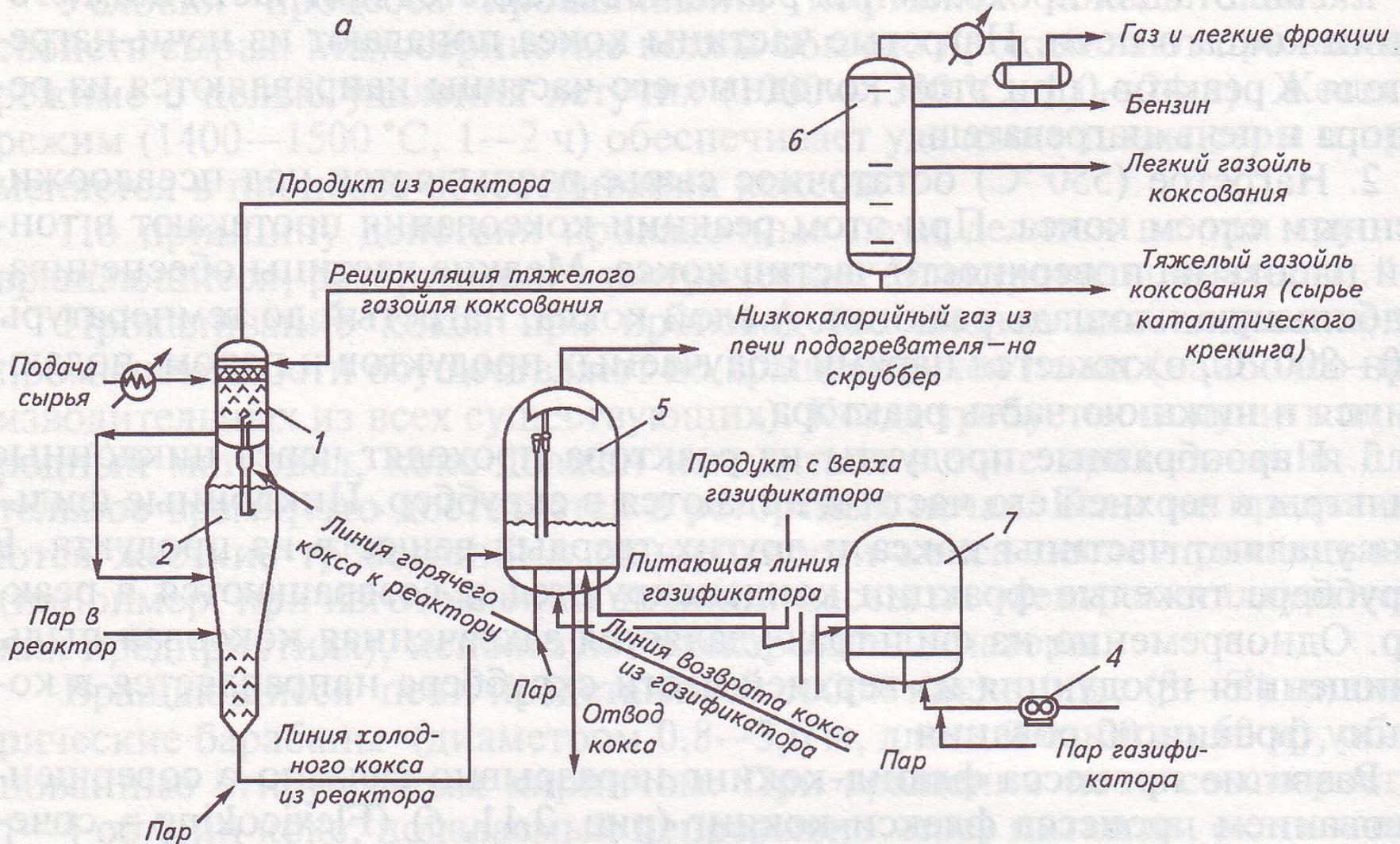
1. В технологии Флюид-кокинг кокс, не используемый для получения тепла, извлекается в качестве конечного продукта.
2. В технологии Флексикокинг излишки кокса направляются в газификатор. Кокс реагирует с водяным паром и воздухом при температуре 930 °С. При этом образуется насыщенный СО низкокалорийный газ, который используется в качестве чистого топлива.

# ФЛЮИД-КОКИНГ



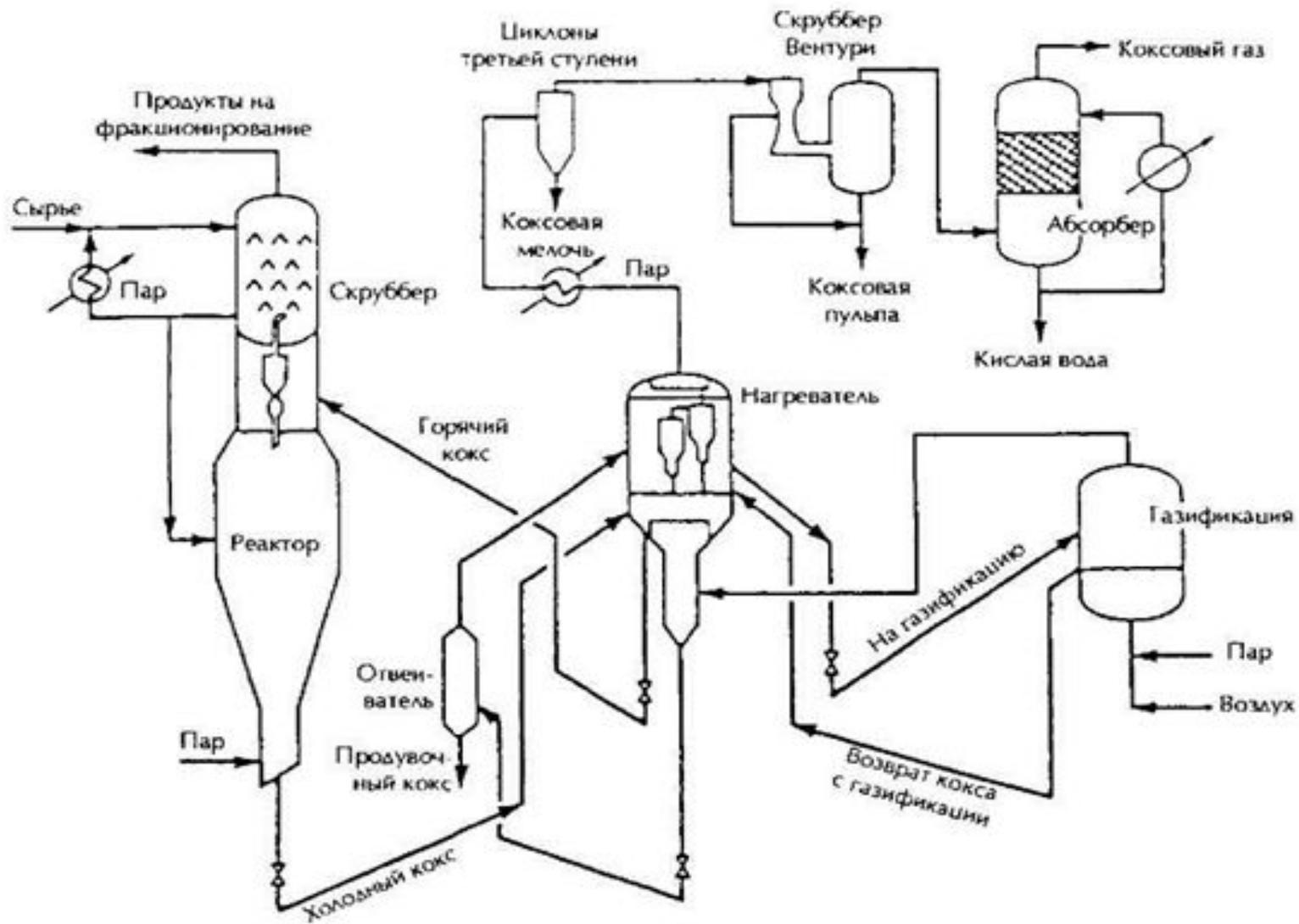
1 — скруббер; 2 — реактор; 3 — печь; 4 — воздуходувка; 5 — подогреватель; 6 — колонна перегонки продукции; 7 — газификатор

# ФЛЕКСИКОКИНГ (С РЕКТИФИКАЦИЕЙ ПРОДУКТОВ)



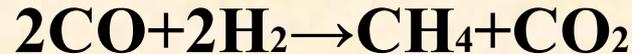
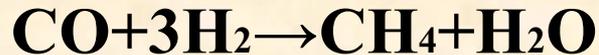
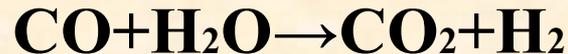
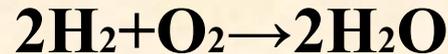
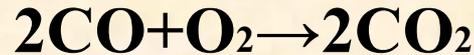
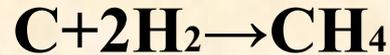
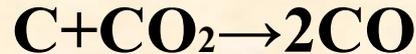
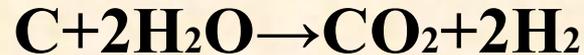
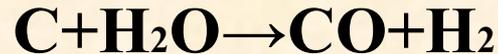
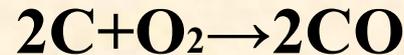
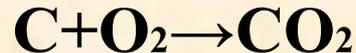
1 — скруббер; 2 — реактор; 3 — печь; 4 — воздуходувка; 5 — подогреватель; 6 — колонна перегонки продукции; 7 — газификатор

# ФЛЕКСИКОКИНГ (ОЧИСТКОЙ ГАЗОВ)



# ФЛЕКСИКОКИНГ

## Основные реакции, протекающие при газификации



# ФЛЕКСИКОКИНГ

## Материальный баланс

Продукты	Выход
Сухой газ	6%
Жирный газ	12%
Бензин (н.к.-182оС)	17%
Легкий газойль (182-343оС)	15%
Тяжелый газойль (343-524оС)	30%
Синтез-газ	19%

# УЗК И ТКК (ФЛЕКСИКОКИНГ)

ТКК (Флюид-кокинг), Флексикокинг	УЗК
Выше выход жидких продуктов	Лучше качество жидких продуктов
Непрерывность (малая численность персонала, стабильная эксплуатация, отсутствие циклов нагрева и охлаждения оборудования)	Цикличность (высокая численность персонала, эксплуатация колонны в нестабильном режиме, нагрузка на емкости за счет циклов нагрева и охлаждения)
Любое тяжелое сырьё	Очень тяжёлое сырьё может привести к закоксовыванию змеевика печи
Для получения тепла используется сам кокс	Для получения тепла используется топливный газ
Низкое потребление топливного газа, большая выработка пара	Высокое потребление топливного газа, выработка пара равна нулю
Легкая очистка коксового газа от серы	Проблемы хранения кокса, необходимость использования топливного газа с низким содержанием серы
Высокая производительность на одной нитке	Низкая производительность на одной нитке

# ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ УЗК

Предприятие	Тип установки	Год ввода	Проектная мощность, тыс.т/Г
Новокуйбышевский НПЗ	21-10/5К	1986	1500
Волгограднефтепереработка	21-10/300	1963	300
	21-10/600	1966	600
	21-10/7	1982	240
Пермнефтеоргсинтез	21-10/5К	1970	600
Омский НПЗ	21-10/3М	1970	600
Ангарский НПЗ	21-10/3М	1971	600
Ново-Уфимский НПЗ	21-10/300	1955	340
Всего по России	8	-	4780

# **ВВОД ДО 2020 УСТАНОВОК КОКСОВАНИЯ**

<b>Роснефть</b>	<b>Ачинск, Комсомольск, Новокуйбышевский НПЗ, Сызрань, Туапсе</b>
<b>ЛУКОЙЛ</b>	<b>Волгоград, Пермь</b>
<b>Газпром нефть</b>	<b>Омск</b>
<b>Сургутнефтегаз</b>	<b>Кириши</b>
<b>Газпром нефтехим Салават</b>	<b>Салават</b>
<b>Русснефть</b>	<b>Орск</b>
<b>Таиф-НК</b>	<b>Нижнекамск</b>