

ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

ВИДЫ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА



Природное (ископаемое)-естественные твердые горючие вещества, образовавшиеся из остатков отмерших растений

- Каменный, бурый уголь
- Торф
- Антрацит
- Горючие сланцы



Искусственное (синтетическое)-получено пирогенетической переработкой различных видов природного топлива

- кокс
- Брикеты
- Угольная пыль

ВСЕ ИСКОПАЕМЫЕ ТВЕРДЫЕ ТОПЛИВА ДЕЛЯТСЯ НА:

Сапропелиты

- Возникли в результате восстановительного разложения остатков илистых отложений (сапропеля). К сапропелитам относятся горючие битуминозные сланцы

Гуммолиты

- возникли в результате окислительного разложения остатков высших растений. Основные виды ископаемых твердых топлив (торф, бурые и каменные угли, антрацит) относятся к гуммолитам.

Степень углефикации (метаморфизма) - среднее содержание углерода в топливе (в мас.%, или дол.).

По возрастанию степени углефикации твердые гуммитовые топлива образуют генетический ряд:

Торф → бурые угли → каменные угли → антрацит

ХАРАКТЕРИСТИКА КАМЕННЫХ УГЛЕЙ

- ◉ **Зольность.** Золой называется негорючая часть угля, состоящая из минеральных веществ, содержащихся в топливе (3 -30%). Угли, используемые для коксования, должны иметь зольность не выше 7-7,5%.
- ◉ **Влажность.** Общая влажность угля состоит из внешней, образующей капли или пленки на поверхности, и внутренней (пирогенетической), выделяемой в процессе коксования(не должна превышать 7%)
- ◉ **Сернистость.** Сера в каменных углях находится в виде колчеданной, сульфатной и органической (0,4 - 8%) .
- ◉ **Выход летучих веществ.** Летучими веществами каменного угля называются парообразные и газообразные вещества, выделяющиеся из угля при нагревании его без доступа воздуха при определенной фиксированной температуре.
- ◉ **Коксуемость**

КЛАССИФИКАЦИЯ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ

Марка угля		Выход летучих веществ, %	Толщина пластического слоя, мм
Наименование	Обозначение		
Длиннопламенный	Д	42	-
Газовый	Г	35	6–15
Жирный	Ж	35–27	13–20
Коксовый	К	27–18	14–20
Отощенный спекающ.	ОС	22–14	6–13
Тощий	Т	17–19	-
Антрацит	А	9	-

ПРОЦЕССЫ ПИРОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

пиролиз

- процесс нагревания твердого топлива без доступа воздуха с целью получения из него твердых, жидких и газообразных продуктов различного назначения.

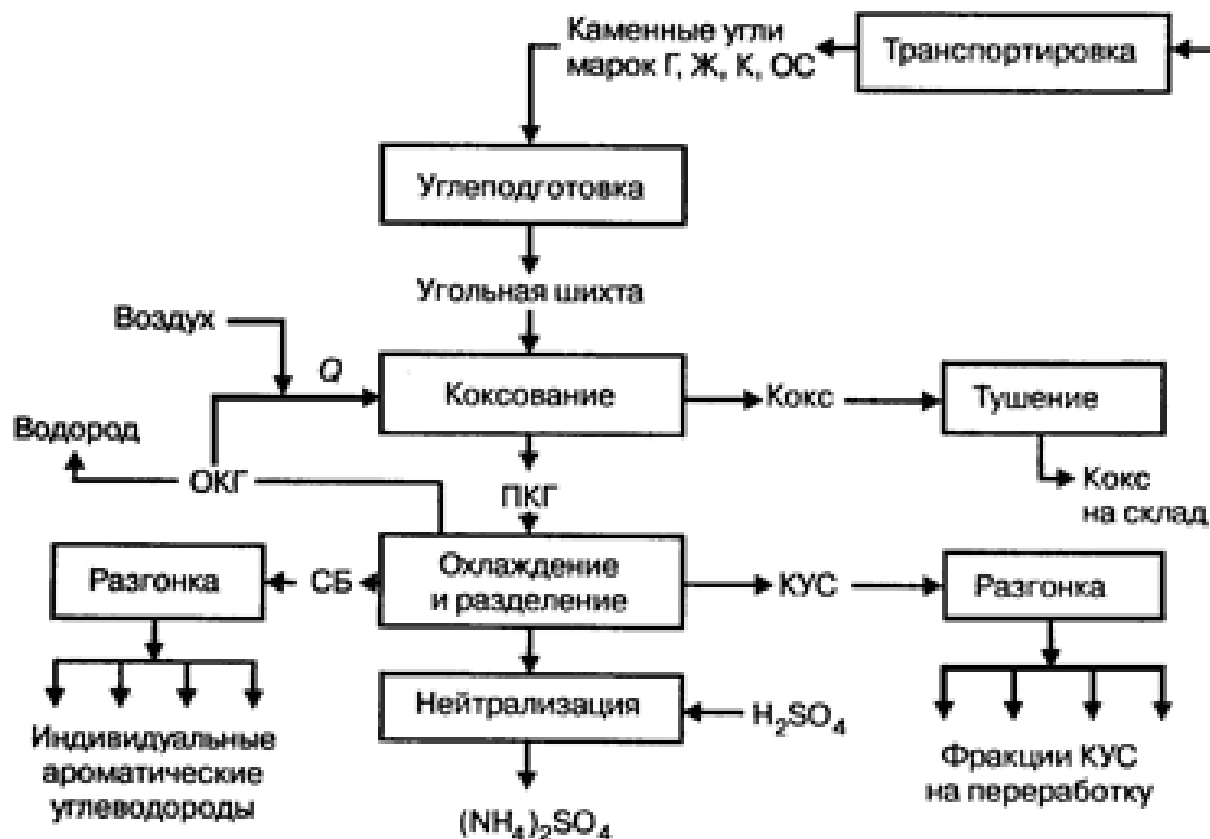
гидрирования и газификации

- получение из твердого топлива соответственно жидких продуктов, используемых в качестве моторного топлива, и горючих газов.

КОКСОВАНИЕ КАМЕННОГО УГЛЯ

- ◎ **Коксование** - разновидность сухой перегонки (пиролиза) каменного угля, проводимая при 900-1200°С с целью получения кокса, горючих газов и сырья для химической промышленности.

ОБЩАЯ СХЕМА КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА



УГЛЕПОДГОТОВКА-ПРОЦЕСС СОСТАВЛЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ

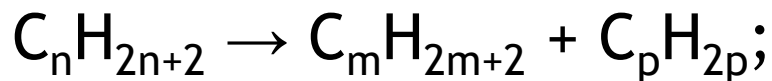
- ◉ *Усреднение состава угольной шихты* ставит целью выравнивание качества углей внутри каждой их группы
- ◉ *Обогащение углей* для понижения содержания в них минеральных примесей проводится методами отсадки, сепарации и флотации.
- ◉ *Дозирование компонентов*
- ◉ *Измельчение коксующего сырья*
- ◉ *Шихтовка, или смешение компонентов*

ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ КОКСОВАНИИ (ПЕРВИЧНЫЕ):

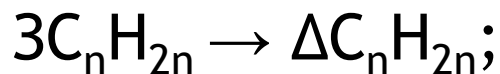
- ⊙ реакции деструкции сложных молекул;
- ⊙ реакции фенолизации;
- ⊙ реакции карбонизации органической части угля;
- ⊙ реакции отщепления атомов водорода, гидроксильных, карбоксильной и метоксильной OCH_3 групп.

ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ КОКСОВАНИИ (ВТОРИЧНЫЕ):

- ⊙ - реакции крекинга алканов



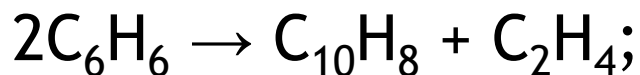
- ⊙ - реакции полимеризации алкенов



- ⊙ - реакции дегидрогенизации нафтенов



- ⊙ - реакции конденсации ароматических углеводородов, например



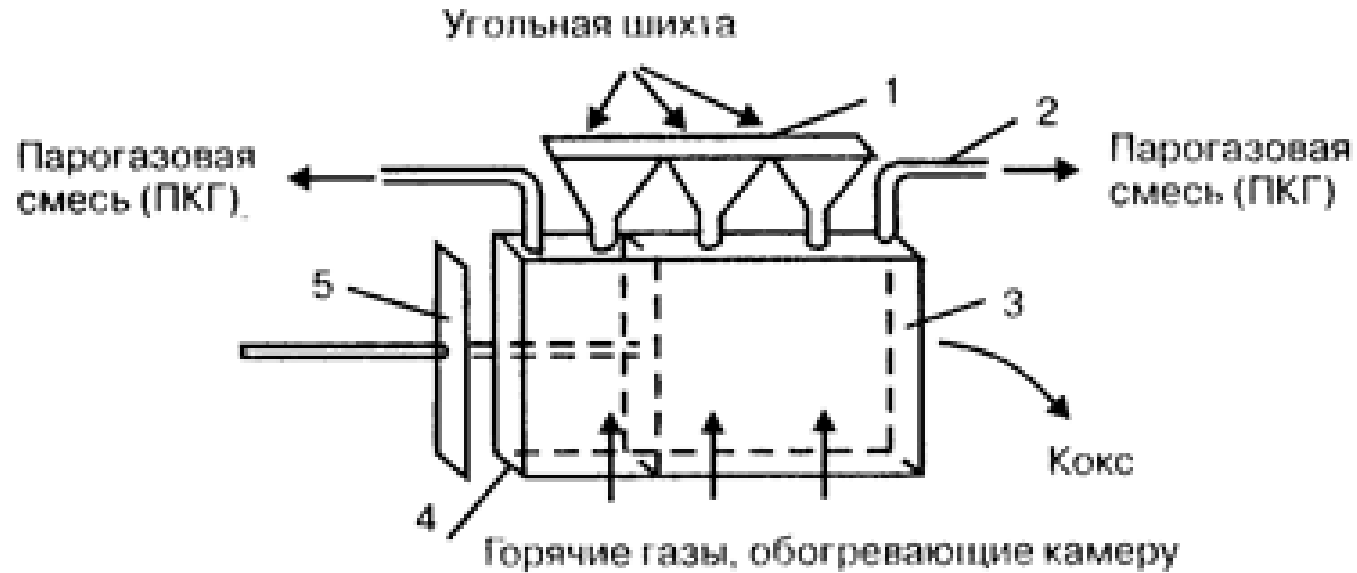
- ⊙ - реакции образования карбенов с последующим превращением их в полукоксы и коксы.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В ШИХТЕ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПЕЧИ

- - 250°С - отщепление H_2O , CO , CO_2 , H_2 ;
- - 300°С - начало выделения КУС, выделение пирогенетической воды;
- - 350-500°С - пластификация угольной шихты;
- - 500-550°С - разложение органической части угля с выделением первичного газа и паров первичной смолы, спекание твердого остатка с образованием полукокса;
- - 600-700°С - разложение полукокса и полное выделение летучих веществ;
- - 700°С - упрочнение твердой массы и образование кокса.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС КОКСОВАНИЯ

СХЕМА КОКСОВОЙ ПЕЧИ



1 – бункера для загрузки шихты; 2 – стояк для отвода летучих продуктов; 3 – передняя дверца; 4 – задняя дверца; 5 – коксовый толкатель

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОКСОВЫХ ПЕЧЕЙ ТИПА ПВР

V_{Π} м ³	Размеры, м			$m_{ш}$ т	τ_k Ч	Π_k т/год	W , мм/ч
	Б	h	/				
21,6	0,407	4,3	14,08	23,3	16	729	27,3
32,3	0,410	5,5	16,00	23,5	14	730	-
41,6	0,410	7,0	16,00	30,6	14	1000	32,0

V_n – полезный объем камеры; b – ширина камеры; h – высота камеры; l – длина камеры; $m_{ш}$ – масса загружаемой в камеру шихты с влажностью 0,085 мас. дол.; τ_k – время коксования; Π_k – производительность по коксу с влажностью 0,06 мас. дол.; W – скорость коксования

СТАДИИ ПРОЦЕССА КОКСОВАНИЯ

- **1 Загрузка шихты** в камеру печи и разравнивание шихты штангой (планиром).
- **2 Коксование.** Период коксования с добавкой времени на операции загрузки шихты и выгрузки кокса (9-10 минут) называется временем оборота или *оборотом печи*.
- **3 Выгрузка кокса (выдача коксового «пирога»)** с помощью коксовыталкивателя в тушильный вагон. При периоде коксования 13-16 часов и числе печей в коксовой батарее 68-78 выдача кокса следует каждые 10-12 минут.
- **4 Тушение кокса.**
- **5 Сортировка кокса.**

ТУШЕНИЕ КОКСА:

Сухое

- CO₂, N₂ образующиеся при пуске установки тушения в результате продувки воздухом первой порции раскаленного кокса.

Мокрое

- орошение в тушильной камере водой

УЛАВЛИВАНИЕ И
РАЗДЕЛЕНИЕ ЛЕТУЧИХ
ПРОДУКТОВ
КОКСОВАНИЯ

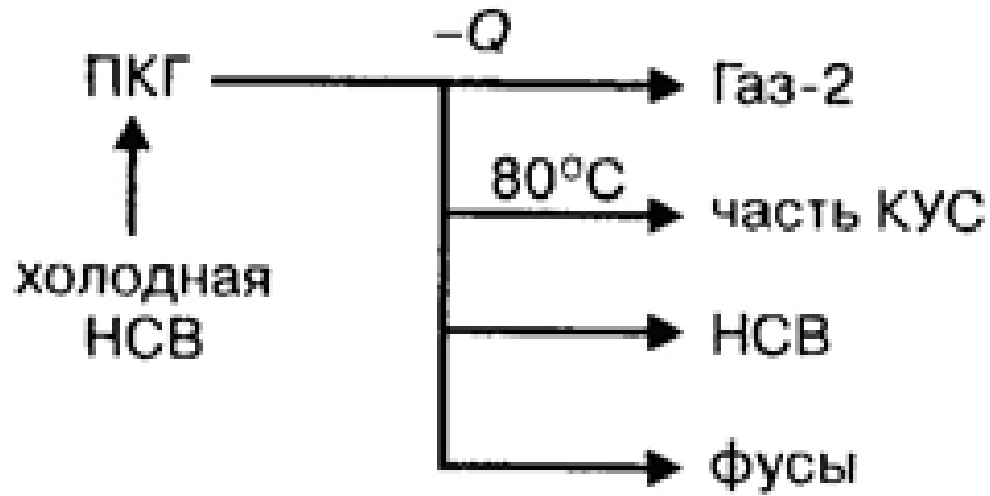
СОСТАВ И ВЫХОД ЛЕТУЧИХ ПРОДУКТОВ

- ⦿ *прямой коксовый газ (ПКГ), составляет до 15% от массы коксуемой шихты,*
- ⦿ *обратный коксовый газ (ОКГ)*

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПКГ

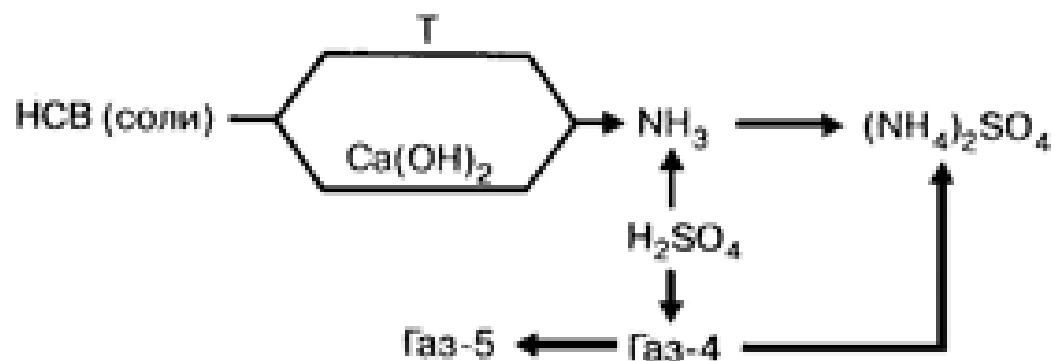
Вещество	Содержание, г/м ³
Пары воды (пирогенетической и влаги шихты)	250 – 450
Каменноугольная смола (пары)	80 – 150
Ароматические углеводороды	30 – 40
Аммиак	8 – 13
Нафталин	до 10
Сероводород	6 – 40
Цианистый водород	0,5 – 2,5

ОХЛАЖДЕНИЕ (I СТАДИЯ)

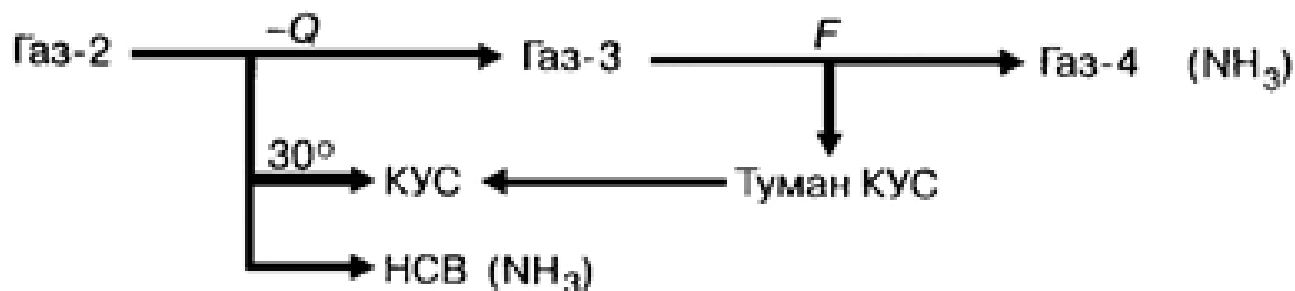


Увлеченная током газа каменноугольная пыль в смеси с КУС оседает в виде фусов.

ОХЛАЖДЕНИЕ (II СТАДИЯ)



ВЫДЕЛЕНИЕ АММИАКА



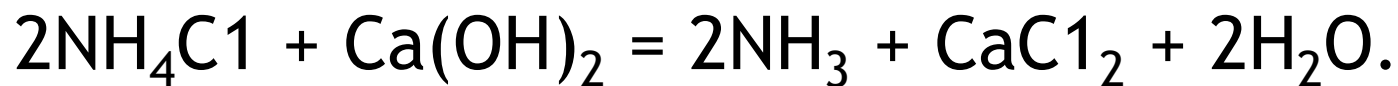
в холодильниках, орошаемых НСВ, конденсируется основная масса КУС, к которой добавляется КУС, оседающая из ее тумана в электрофилтрах, и НСВ, содержащая до 30% аммиака в виде его солей. Остальной аммиак (до 70%) остается в газе.

УЛАВЛИВАНИЕ АММИАКА

Аммиак после охлаждения ПКГ содержится:

- в свободном состоянии в газе-4
- в виде растворенных солей аммония в НСВ, образовавшихся при взаимодействии аммиака с сероводородом, оксидом углерода (IV), хлористым водородом, цианистым водородом и другими компонентами ПКГ

- *Стойкие соли при высокой температуре* (NH_4CN , NH_4Cl) обрабатывают гидроксидом кальция:

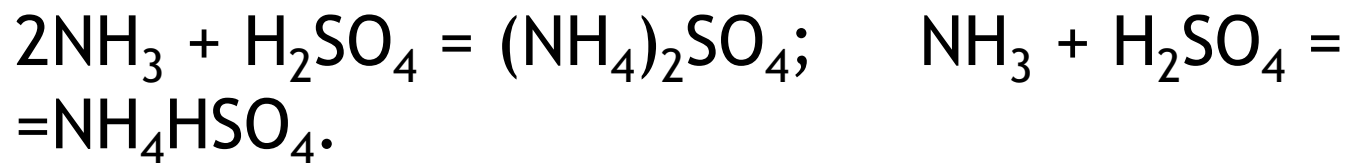


- ⊙ *разлагающиеся при нагревании соли*
 $((\text{NH})_4\text{S}, (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)$.

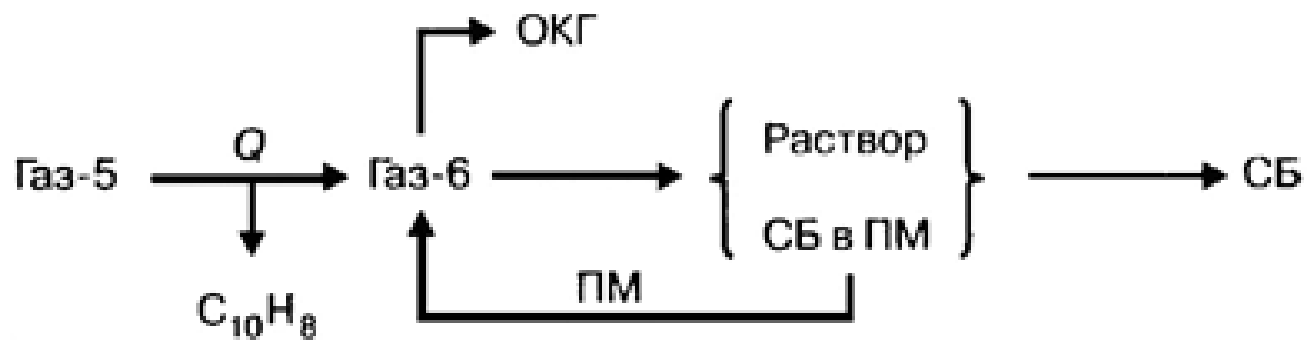
разлагают нагреванием острым паром:



- ⊙ Выделившийся свободный аммиак соединяется с содержащим аммиак газом-4 и поступает поглощается серной кислотой с образованием сульфата и бисульфата аммония:



ВЫДЕЛЕНИЕ СЫРОГО БЕНЗОЛА



КОНЕЧНЫЕ ПРОДУКТЫ СТАДИИ УЛАВЛИВАНИЯ

КУС

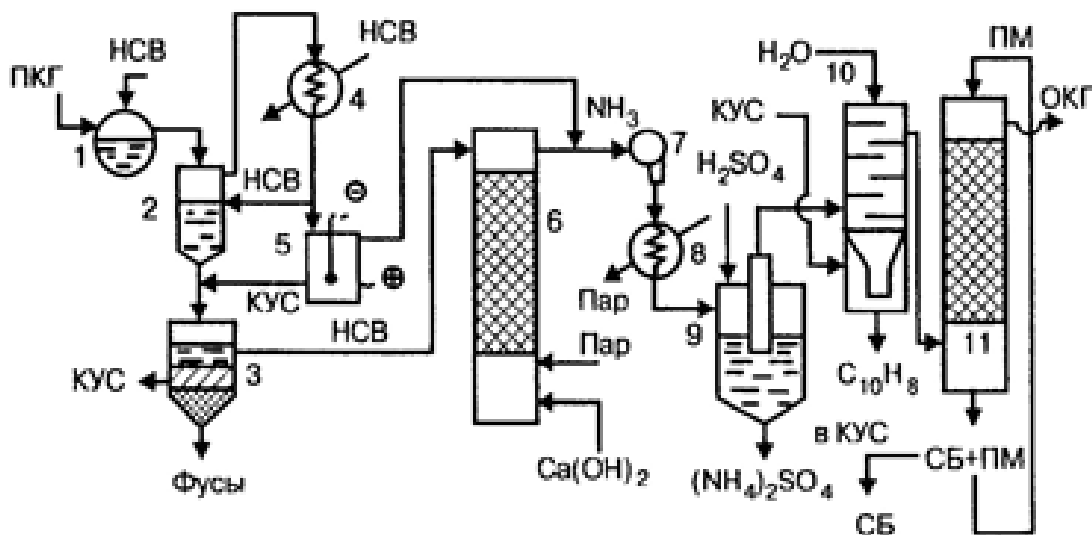
СБ, Сульфат
аммония

ОКГ

ВЫХОД ПРОДУКТОВ КОКСОВАНИЯ

Продукт	Выход, мас. долей
Кокс	0,77—0,73
Каменноугольная смола	0,03—0,04
Сырой бензол	0,01—0,012
Сульфат аммония	0,01—0,013
Обратный коксовый газ	0,15—0,18

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА УЛАВЛИВАНИЯ И РАЗДЕЛЕНИЯ ПКГ



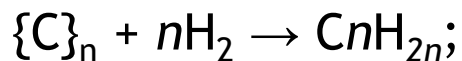
1 — газосборник; 2 — сепаратор; 3 — отстойник-осветлитель;
 4 — трубчатый холодильник; 5 — электрофильтр; 6 — аммиачная колонна; 7 — турбогазодувка; 8 — подогреватель газа; 9 — сатуратор;
 10 — водяной холодильник; 11 — абсорбер

ГИДРИРОВАНИЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

- Гидрированием (гидрогенизацией) твердого топлива называется процесс превращения органической части топлива в жидкие продукты, обогащенные водородом и используемые как жидкое топливо.

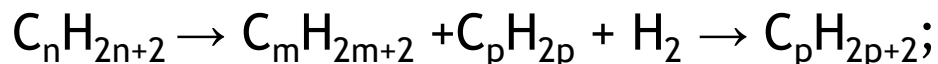
- ⦿ Деструктивный каталитический процесс, протекающий при температуре 400–560°С под давлением водорода 20 - 70 МПа.

- ⊙ деструкция и деполимеризация высокомолекулярных структур угля



— гидрирования образовавшихся алкенов;

- ⊙ деструкции высших алканов с последующим гидрированием алкенов и образованием алканов меньшей молекулярной массы



-гидрирования конденсированных ароматических систем с последующим разрывом цикла и деалкилированием

раскрытия пятичленных циклов с образованием изоалканов