

# ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТИ

---

**Нефть** – это смесь у/в различного состава или, это раствор газообразных и твердых веществ в жидкости ( с физической точки зрения)

**Групповой состав нефти (химический):** парафины, нафтены, ароматика, смолисто-асфальтеновые вещества (САВ).

**Элементный состав нефти:**

- углерод 83-87%,
- водород 12-14%,
- сера 1-2%, кислород, азот,
- почти нет минеральных примесей

# СОСТАВ НЕФТИ

---

## **Элементный состав нефти (технический):**

- ❖ мальтены (легкие фракции, растворяющиеся в петролейном эфире)
- ❖ асфальтены (растворимы в бензоле)
- ❖ карбены (растворимы в хинолине)
- ❖ карбоиды (нерастворимы ни в чем)

Мальтены и асфальтены содержатся в природной нефти, а карбены и карбоиды являются продуктами термической деструкции у/в сырья в технологических условиях.

# ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ НЕФТИ

Нефть легко разделяется на фракции по температурам кипения. При этом не происходит разрушения углеводородов, по крайней мере при атмосферном давлении.

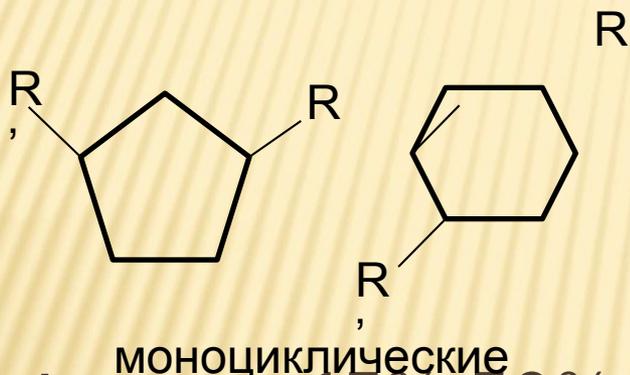
## Фракции нефти:

- a. бензиновая  $t_{\text{кип}} < 200^{\circ}\text{C}$
- b. лигроиновая  $t_{\text{кип}} = 150-200^{\circ}\text{C}$
- c. керосиновая  $t_{\text{кип}} = 180-300^{\circ}\text{C}$
- d. газойлевая  $t_{\text{кип}} = 250-350^{\circ}\text{C}$

Остаток атмосферной перегонки нефти – **мазут**. Далее мазут подвергают вакуумной перегонке. Фракции мазута различаются по вязкости. Остаток после перегонки мазута – **гудрон**.

# ГРУППОВОЙ СОСТАВ НЕФТИ

- Алканы  $C_n H_{2n+2}$  составляют значительную часть нефти и попутного газа. Выделены алканы от  $CH_4$  до  $C_{33} H_{68}$ .
- Циклоалканы (нафтены)  $C_n H_{2n}$  составляют большую часть нефти.



- Арены от 15%-50%

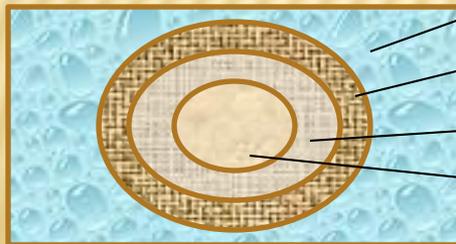


По мере увеличения  $t_{кип.}$  фракции в остаток накапливается большое количество многоядерных циклоалкановых и ареновых структур.

Они могут взаимодействовать друг с другом, давая гибридные соединения.

# ГЕТЕРОАТОМЫ НЕФТИ

- S (0,1-4% масс.) входит в состав нефти в виде элементарной серы,  $H_2S$ , меркаптанов, сульфидов, тиофенов.
- N (0,02-0,6% масс.) входит в состав нефти в виде гетероциклов или ароматического амина (пиридин, анилин, пиррол).
- O (1-2% масс.) входит в состав нефти в различных функциональных группах (кислоты, спирты, кетоны, эфиры).
- Смолисто-асфальтеновые вещества (САВ)



дисперсионная среда (нефть)

переходная зона

смолистые вещества

асфальтены (ядро)

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТИ

---

В основу классификации нефти положены следующие показатели:

- общее содержание серы;
- содержание парафина;
- выход светлых фракций (выкипающих до  $t=350^{\circ}\text{C}$ );
- содержание базовых масел;
- индекс вязкости базовых масел.

# СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ И ПАРАФИНОВ

1. Содержание серы определяется путем сжигания навески в кварцевой трубке и улавливания газообразных продуктов.

По содержанию серы нефти делят на 3 типа:

I –  $\leq 0,5\%$  малосернистые нефти

II – 0,51-2,0% сернистые нефти

III –  $> 2,0\%$  высокосернистые нефти

2. Содержание парафина определяют путем его осаждения или экстракции селективными растворителями.

По содержанию парафина нефти делят на 3 вида:

$\Pi_1$  –  $\leq 1,5\%$  низкопарафинистые нефти

$\Pi_2$  – 1,51-6,0 среднепарафинистые нефти

$\Pi_3$  –  $> 6,0$  высокопарафинистые нефти

# ВЫХОД СВЕТЛЫХ ФРАКЦИЙ

Выход светлых фракций определяют в виде массовой доли по кривой истинной температуры кипения (ИТК).

Кривая ИТК строится на основе экспериментальных данных: при разгонки нефти отбираются  $10^{\circ}\text{C}$  или 3% фракции.

Выход фракции  $250-350^{\circ}\text{C}$  по ИТК:

$$\omega = 44 - 26 = 18\% \text{ (масс.)}$$

Фракция с вязкостью  $12,5 \text{ мм}^2/\text{с}$  будет иметь выход:

$$\omega = 55 - 44 = 11\% \text{ (масс.)}$$

Считая, что выход всех предыдущих фракций (до первой масляной составил 44%)

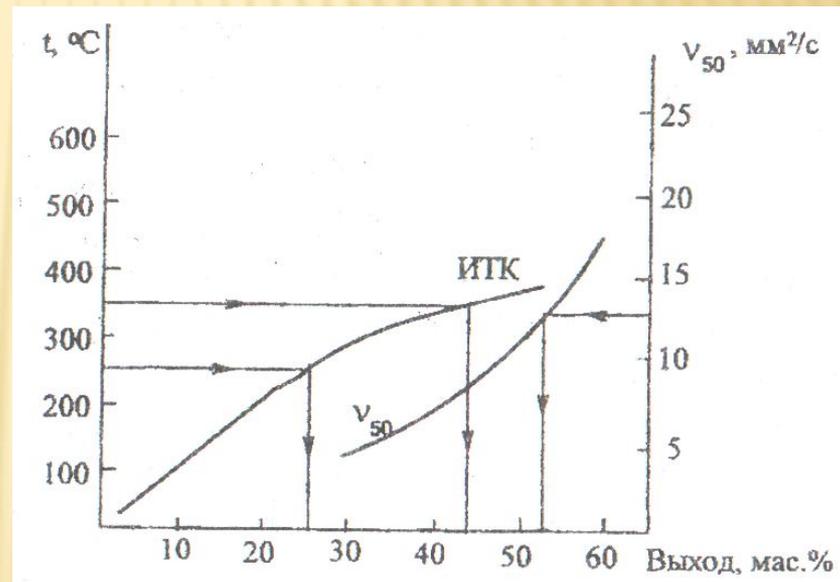


Рисунок - Связь ИТК и вязкости при  $50^{\circ}\text{C}$  ( $v_{50}$ ) с выходом фракций

# СОДЕРЖАНИЕ БАЗОВЫХ МАСЕЛ

Содержание базовых масел – определяется с помощью кривой ИТК. В данном случае основным показателем отбираемых фракций является вязкость.

**По потенциальному содержанию базовых масел нефти делят на 4 группы:**

<b>Выход: на нефть</b>	<b>на мазут (&gt;350)</b>
$M_1 - >25\%$	$>45,0$
$M_2 - 15-24,9\%$	$>45,0$
$M_3 - 15-24,9\%$	$30,0-44,9$
$M_4 - <15\%$	$<30,0$

Выход базовых масел и индекс вязкости являются важной характеристикой нефти, служащей сырьем для получения масел.

# ИНДЕКС ВЯЗКОСТИ

---

Индекс вязкости базовых масел (безразмерный) – характеризует изменение вязкости при нагревании жидкости при стандартных температурах (как правило,  $50^{\circ}\text{C}$  и  $100^{\circ}\text{C}$ ). чем меньше изменяется индекс вязкости при изменении температуры, тем качественнее нефть.

**По индексу вязкости нефти делят на 4 подгруппы:**

$I_1 - >95$

$I_2 - 90-95\%$

$I_3 - 85-89,9\%$

$I_4 - <85\%$

# КЛАССИФИКАЦИЯ НЕФТЕЙ

---

## **1) Генетическая классификация (по соотношению остатков высших и низших растений в составе нефти)**

- сапропелито-гумитовые нефти
- сапропелевые
- гумито-сапропелевые

## **2) Классификация по групповому составу**

- парафиновые
- парафино-нафтеновые
- нафтеновые
- парафино-нафтено-арматические
- нафтено-арматические
- арматические

# ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

Показатель качества нефти	Класс			Тип			Группа				Подгруппа				Вид			
	I	II	III	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	
Содержание серы, % масс.																		
- в нефти	≤0,5	0,51–2,00	>2,0															
- бензине	≤0,1	≤0,1	>0,1															
- реактивном топливе	≤0,1	≤0,25	>0,25															
- дизельном топливе	≤0,2	≤1,0	>1,0															
Содержание фракций до 350 °С, % масс.				≥55,0	45,0–54,9	≤45,0												
Потенциальное содержание базовых масел, % масс.																		
- на нефть							>25,0	15,0–24,9	15,0–24,9	<15,0								
- на мазут свыше 350 °С							>45,0	>45,0	30,0–44,9	<30,0								
Индекс вязкости базовых масел											>95,0	90,0–95,0	85–89,9	<85,0				
Содержание парафинов в нефти, % масс.															≤1,5	1,5–6,0	>6,0	

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

## 3) Технологическая классификация (по основным технологическим показателям)

Например, нефть марки  $III T_1 M_2 I_1 P_2$  - это

*нефть сернистая (0,51-2,0%) с высоким выходом светлых фракций (>55%), средним содержанием масел (15-25%) и парафина (1,5-6,0%) и высоким значением индекса вязкости (>95) ⇒ при переработки этой нефти необходимо удалять серу, депарафинизировать, перерабатывать нефть по моторному варианту, затем выделять масла в соответствии с индексом вязкости.*

# СОСТАВ ПРИРОДНОГО ГАЗА

## Выделяют:

- ▣ Газовые месторождения
- ▣ попутные нефтяные газы (выделяют при добыче нефти)
- ▣ «сухие» (на 98% состоят из  $\text{CH}_4$ )
- ▣ «жирные» (кроме  $\text{CH}_4$  содержат до 50%  $\text{C}_2\text{--C}_4$ )
- ▣ растворенные газы (выделяют из нефти при определенных условиях)
- ▣ Газоконденсатные месторождения – нефть, растворенная в сжатом газе; содержит легкие у/в

Кроме  $\text{CH}_4$  в газах содержатся  $\text{CO}_2$  (0,1–7%),  $\text{N}_2$  (0,4– 30%),  $\text{H}_2\text{S}$  (3–15%),  $\text{O}_2$  (в виде примесей), инертные газы (Ar, Kr, Xe, Ne)

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА

---

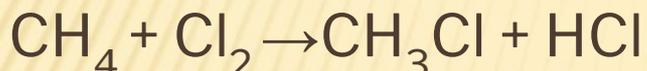
Теплота сгорания «сухих» газов – 35 МДж/м<sup>3</sup>,  
«жирных» газов – от 42 до 60 МДж/м<sup>3</sup>.

Из «жирных» газов получают газовый бензин  
(сжиженная под давлением  $p=0,4-0,6$  МПа пропан-  
бутановая фракция).

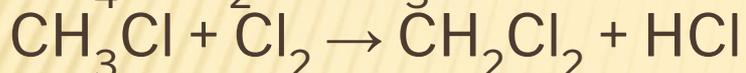
«Сухой» газ используется для сжигания в  
промышленности и является химически ценным  
сырьем.

# ОСНОВНЫЕ РЕАКЦИИ CH<sub>4</sub>

## хлорирование:



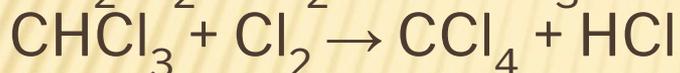
хлористый метил



хлористый метилен



хлороформ

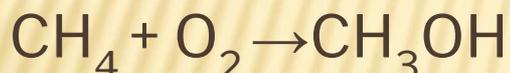


четырёххлор-ый углерод

## нитрование (действие рз. HNO<sub>3</sub>)

нитропарафины

## окисление:



метанол

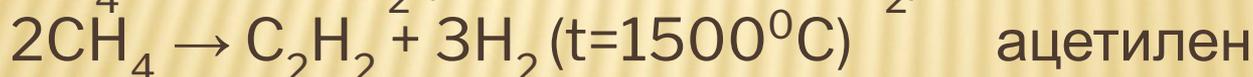


формальдегид

## крекинг:

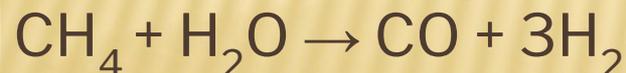


сажа



ацетилен

## конверсия (получение синтез-газа CO+H<sub>2</sub>):



синтез-газ



синтез-газ