

Классификация природных газов.  
Термодинамические особенности поведения  
углеводородных систем в пластовых условиях

---

*ЛЕКЦИЯ 5*

Газы нефтяных и газовых месторождений – это горючие газы. Они состоят из углеводородов: метана  $\text{CH}_4$ , этана  $\text{C}_2\text{H}_6$ , пропана  $\text{C}_3\text{H}_8$ , бутана  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , пентана  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  и гептана  $\text{C}_7\text{H}_{16}$ . Это – ближайшие гомологи метана. Кроме углеводородов встречаются азот  $\text{N}_2$ , углекислый газ  $\text{CO}_2$ , иногда сероводород  $\text{H}_2\text{S}$ . Довольно часто, но в очень небольших количествах в природном газе имеются сопутствующие инертные газы: гелий  $\text{He}$ , аргон  $\text{Ar}$ , ксенон  $\text{Xe}$  и др.

Углеводородные газы, состоящие в основном из метана, называются сухими. При незначительном содержании тяжёлых углеводородов (пропан, бутан и т.д.) называются тощими, и газы со значительным содержанием тяжёлых УВ называются жирными.

Для газов нефтяных месторождений характерно наличие от 0,4 до 40-50% тяжелых углеводородов. Газы, растворённые в нефти, называются нефтяными. Обычно они содержат от 30 до 80 % УВ газов, а также азот, оксид и диоксид углерода, сероводород, гелий, аргон, водород ( $N_2$ , CO,  $CO_2$ ,  $H_2S$ , He, Ar,  $H_2$ ) и другие компоненты. Поэтому содержание метана может составлять в нефтяных газах всего 20-30 % от состава газовой смеси.

Состав углеводородной части газов тесно связан с составом нефти. Легкие метановые нефти содержат газы, состоящие на 20-30 % из тяжелых углеводородов. Тяжелые нефти наоборот, содержат преимущественно метан. Соотношение метана и его гомологов меняется в нефтяных газах и с увеличением возраста пород. Газы древних отложений в среднем более обогащены тяжелыми УВ и азотом, чем молодые.

**Гидратообразование.** Наличие в газе воды обуславливает при определенной температуре и давлении образование кристаллогидратов углеводородных газов.

Гидраты газов представляют собой кристаллические соединения. Это твердые растворы, где растворителем является вода. Гидраты имеют эмпирические формулы: для метана –  $\text{CH}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; этана –  $\text{C}_2\text{H}_6 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ; пропана –  $\text{C}_3\text{H}_8 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  и др. Для каждого углеводорода характерна максимальная температура (критическая температура гидратообразования), выше которой нельзя вызвать образование гидратов никаким повышением давления. Для метана она равна 21,5 С; этана – 14,5 С; пропана – 5,5 С; бутана – 1,4 С. Чем тяжелее углеводородный газ, тем легче он образует гидраты, но начиная с пентана углеводороды гидратов не образуют.

Гидратообразование происходит в пористой среде осадочного чехла с формированием гидратных залежей, а также в процессе эксплуатации и транспорта газа. Гидратообразование приурочено к районам распространения многолетних мерзлых пород, (п-ов Ямал и др.), где глубина промерзания горных пород достигает 500-700 м и более. Внешне газовые гидраты похожи на лёд или снег.

# Ресурсы и месторождения природного газа

Мировые извлекаемые запасы газа оцениваются в 113 трлн. м<sup>3</sup>. Разведанные запасы газа:

- Россия — ~ 38 % от мировых (1 место в мире).
- Ближний и Средний Восток - ~ одна треть общемировых его запасов приходится (преимущественно нефтяной): Иран (14,2% от мировых запасов — 2 место в мире), Абу Даби (4,6 %), Саудовская Аравия (4,5 % — 3 место в мире), Катар (4,1 %), Ирак (2,4 %) и Кувейт (1,2 %).
- Азиатско-Тихоокеанский регион: Индонезия (2,5%), Малайзия (1,5 %), Китай (1 %), Индия и Австралия (в сумме 1,2 % от мировых).
- Африка (7,5 %): Алжир (3,2 %), Нигерия (2,2 %) и Ливия (0,7 %).
- Американский континент: 14,1 % от мировых запасов, в т.ч. США — 4,1 % (4 — 5 место), Венесуэла - 2,9 %, Канада - 2,7 % и Мексика - 2,1 %.
- Западная Европа: 5,4 % от мировых запасов, в т.ч. Норвегия — 2,3 %, Нидерланды — 1,7 % и Великобритания — 0,6 %.

Уникальных (с запасом более **1** трлн. м<sup>3</sup>) месторождений природного газа в мире насчитывается **11**. Из них **7** находится в России.

<b>Уникальные месторождения</b>	<b>Страна</b>	<b>Начальные запасы, трлн м<sup>3</sup></b>
Уренгойское	Россия	4
Ямбургское	Россия	3,78
Штокмановское	Россия	3
Медвежье	Россия	1,55
Заполярное	Россия	2,6
Астраханское	Россия	
Оренбургское	Россия	1,78
Манхандл — Хьюготон	США	2
Слохстерен	Нидерланды	1,65
Пазенун	Иран	1,4

# КЛАССИФИКАЦИИ ГАЗОВ

Углеводородные газы принято подразделять (классифицировать) в зависимости от происхождения на следующие группы:

- 1) природные (сухие), состоящие преимущественно из метана, добываемые из чисто газовых месторождений;
- 2) нефтяные (жирные), состоящие из метана и его низкомолекулярных гомологов ( $C_1 - C_5$ ), добываемые попутно с нефтью;
- 3) газоконденсатные, добываемые из газоконденсатных месторождений;
- 4) искусственные, — получаемые при переработке нефти (нефтезаводские) и твердых топлив (коксовый, генераторный, доменный и др.);
- 5) каменноугольные газы, содержащиеся в углях.



# Состав газа, % об.

Месторождение	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12+B</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	N <sub>2</sub>
<b>Газовое</b>								
Уренгойское	96,00	0,09	0,01	0	0,01	0,49	-	3,40
Медвежье	99,20	0,08	0,01	0,07	0,02	0,06	-	0,57
Ямбургское	95,20	0,04	0,01	0,00	0,01	0,30	-	4,00
Газлинское	92,70	3,20	0,90	0,47	0,13	0,10	-	2,50
<b>Газоконденсатное</b>								
Астраханское	54,15	5,54	1,68	0,93	1,57	21,55	12,60	1,98
Оренбургское	81,70	4,50	1,80	1,00	3,55	2,35	4,00	1,10
Карачаганакское	75,31	5,45	2,62	1,37	5,98	4,79	3,69	0,79
Шатлыкское	95,70	1,70	0,23	0,04	0,02	1,24	-	1,40
<b>Нефтяное</b>								
Туймазинское	41,00	21,00	17,40	6,80	4,60	0,10	2,00	7,10
Ишимбайское	42,40	12,00	20,50	7,20	3,10	1,00	2,80	11,00
Жирновское	82,00	6,00	3,00	3,50	1,00	5,00	-	1,50
Мухановское	30,10	20,20	23,60	10,60	4,80	1,50	2,40	6,80

Газы газовых, газоконденсатных и нефтегазовых месторождений представляют собой смесь предельных углеводородов.

Газ содержит также неуглеводородные компоненты: азот, диоксид углерода, сероводород, инертные газы - гелий, аргон и др.

**Нефтяной газ является важным источником углеводородного сырья.** До недавнего времени попутный газ в нашей стране в основном сжигался в факелах на промыслах и лишь частично использовался на местные нужды. Так, в 1991 г. при общеотраслевых ресурсах нефтяного газа в 45,1 млрд м<sup>3</sup> было добыто 35 млрд м<sup>3</sup> и более 10 млрд м<sup>3</sup> сожжено в факелах и только 7,4 млрд м<sup>3</sup> газа поставлено на переработку и компремирование.

В настоящее время нефтяной газ 1 – ой степени сепарации используется для выработки электроэнергии на промыслах, используется как топливо в технологических целях (печи подогрева нефти) или сдается на переработку на ГПЗ.

Газ 2 – ой степени сепарации, наиболее богатый тяжелыми углеводородами и поэтому являющийся ценным химическим сырьем, продолжает сжигаться на факелах.

**Газоконденсатные залежи** — это скопления в недрах газообразных углеводородов, из которых при снижении давления выделяется жидкая углеводородная фаза — конденсат (смесь углеводородов — пентана и более высоких гомологов метана). Т.е. продукцией г/к скважины является газ и конденсат.

**Нефтяная залежь: газ растворен в жидкости (нефти).**

**Г/к залежь: жидкость (углеводороды) растворены в сжатом газе.**

В газах этих месторождений содержатся **2—5** % и более жидких углеводородов.

Содержание конденсата в газе различных газоконденсатных залежей изменяется в широких пределах: от **5—10** см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (Рудки, Пунгинское) до **300—500** см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (Русский Хутор, Вуктыл) и даже **1000** см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> и более (Талалаевское).

Продукция газовой промышленности:

1. **Природные и нефтяные газы**
2. **Газообразные чистые углеводороды**
3. **Жидкие смеси углеводородов**
4. **Твердые продукты газопереработки**