

ГЕОЛОГИЯ

НЕФТИ И ГАЗА #2

**Углеводороды. Состав и
физико-химические
свойства**

Где газ???

Каустобиолиты – горючие горные породы органического генезиса

Условия преобразования

Окислительные

Восстановительные

Исходное вещество

М
Е
Т
А
М
О
Р
Ф
И
З
М



Содержание углерода



Высшие растения (мох)	Низшие организмы (ил, сапропель)		Высшие растения	Низшие организмы (ил, сапропель)
Торф	50-60%	Сапропели	Окаменевшие деревья	Нефти 85-87%
Бурый уголь	59-80%	Горючие сланцы		Мальты, асфальты 70,5 -90%
Каменный уголь	70-95%	Углистые сланцы		Керит 77,5 - 88%
Антрацит 92-98%				Антраксолиты шунгиты 95-98%
Графит 100%				

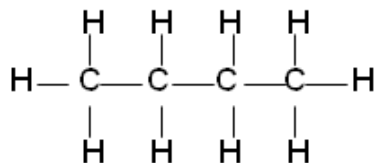
НЕФТЬ

– Смесь углеводородных компонентов и растворенных в ней примесей, которая находится в залежи при пластовом давлении и пластовой температуре в жидком состоянии.

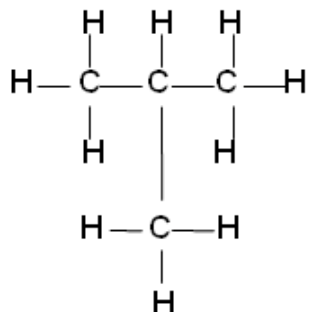
- Жидкие гидрофобные продукты фоссилизации органического вещества пород, захороненного в субаквальных отложениях.

Нефть, газ, газогидраты их физические и химические свойства

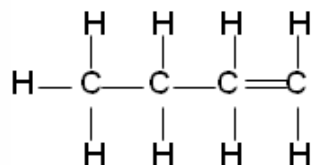
Нормальный парафин - **бутан**



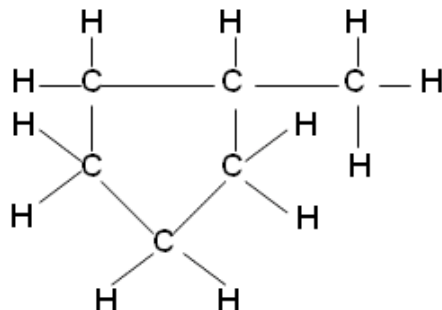
Изопарафин - **изобутан**



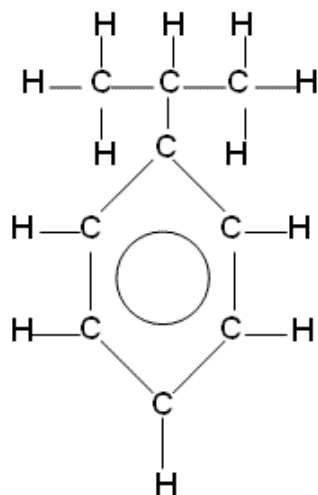
Олефин - **бутен-1**



Циклопарафин - **метилциклопентан**



Ароматический углеводород - **изопропилбензол**



Нефть, газ и продукты их преобразования – сложная система, растворенных друг в друге органических компонентов, состоящая из более, чем 900 индивидуальных веществ

**Молекулы углеводородов могут формировать цепочки разной длины и конфигурации – алканы (парафины) – предельные углеводороды метанового ряда нафтеновые(циклановые) кольца ароматические (ареновые) кольца.
Структуры бывают нормальные и меры – с добавочными цепочками**

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Тонна [т]

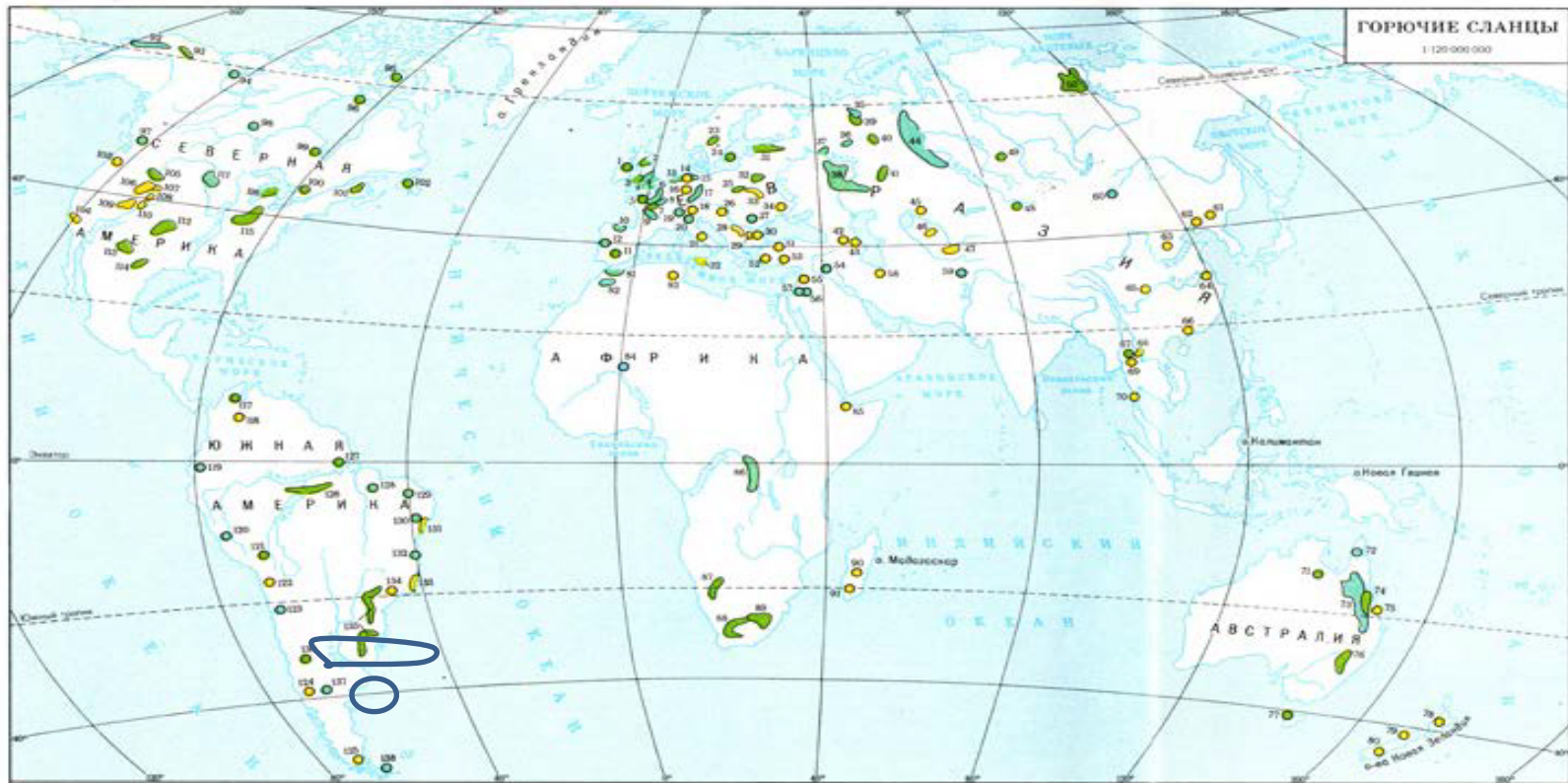
Нефтяной баррель [bbl]

1 bbl = 42 галлона \approx 158,988 л \approx 0,136 т



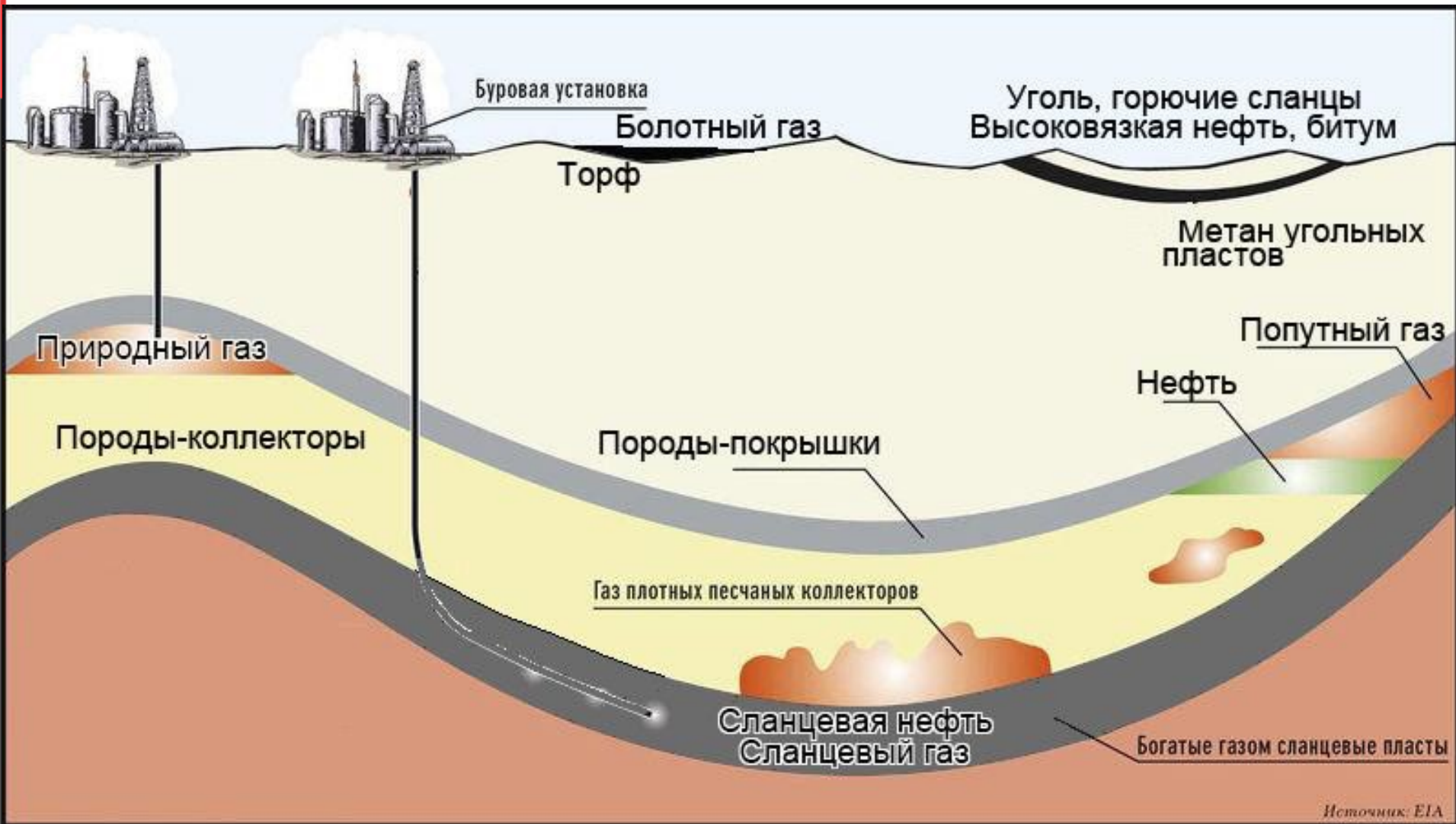
геология нефти и газа.
Лекция 2. Милосердова Л.В.

Сланцевые формации, бассейны и районы, месторождения горючих сланцев



Сланцевые формации, бассейны и районы
Месторождения горючих сланцев

Геологические условия нахождения углеводородов



ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- Плотность
- Вязкость
- Поверхностное натяжение
- Сжимаемость
- Температура кипения и застывания
- Теплота сгорания
- Растворимость и растворяющая способность
- Электрические свойства
- Оптические свойства

Физические свойства нефтей

- Плотность 0,77 – 0,82- 0,92 - 1,1г/см³ °API
- Температура кипения
- Вязкость
- Температура застывания от +50° до -60°
- Поверхностное натяжение – меньше, чем у воды
- Электропроводность – диэлектрик
- Теплота сгорания до 45 000 дж/кг (к.уголь 33600 дж/кг)
- Растворимость газа в воде до 10 м³/м³ в нефти до 50 м³/м³
- Оптические свойства – активность, показатели преломления и спектры поглощения, люом
- Изотопный состав C¹²:C¹³ = 90,5
 - в организмах; 90,9 в битумах и углях;
 - 88,5 – в Ca CO₃



ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ

Состав	%
Углерод	84 – 87
Водород	11 – 14
Сера	0,06 – 2
Азот	0,1 – 2
Кислород	0,1 – 2

геология нефти и газа. Лекция 2. Милосердова Л.В.

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ НЕФТЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССИИ, % ПО ОБЪЕМУ

Месторождение	C	H	O	S	N
Арланское	84,42	12,12	0,06	3,04	0,33
Радаевское	82,78	11,72	2,14	3,05	0,31
Ромашкинское	83,34	12,65	0,21	1,62	0,18
Самотлорское	86,23	12,7	0,25	0,63	0,1
Ухтинское	85,47	12,19	1,93	0,09	0,2

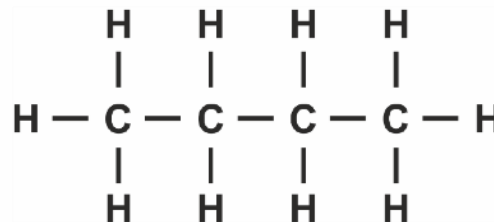
геология нефти и газа.

Лекция 2. Милосердова Л.В.

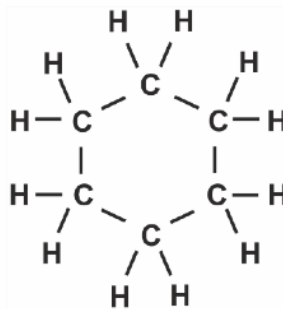
Источник: Керимов В.Ю., Ермокин В.И., Гаджи-Касумов А.С., Осипов А.В. Геология нефти и газа, 2015.

ГРУППОВОЙ УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ

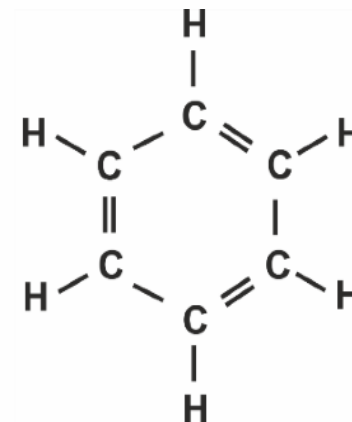
- Алкановые – C_nH_{2n+2}
(метановые, парафиновые)



- Нафтеновые – C_nH_{2n}
(циклоалкановые)

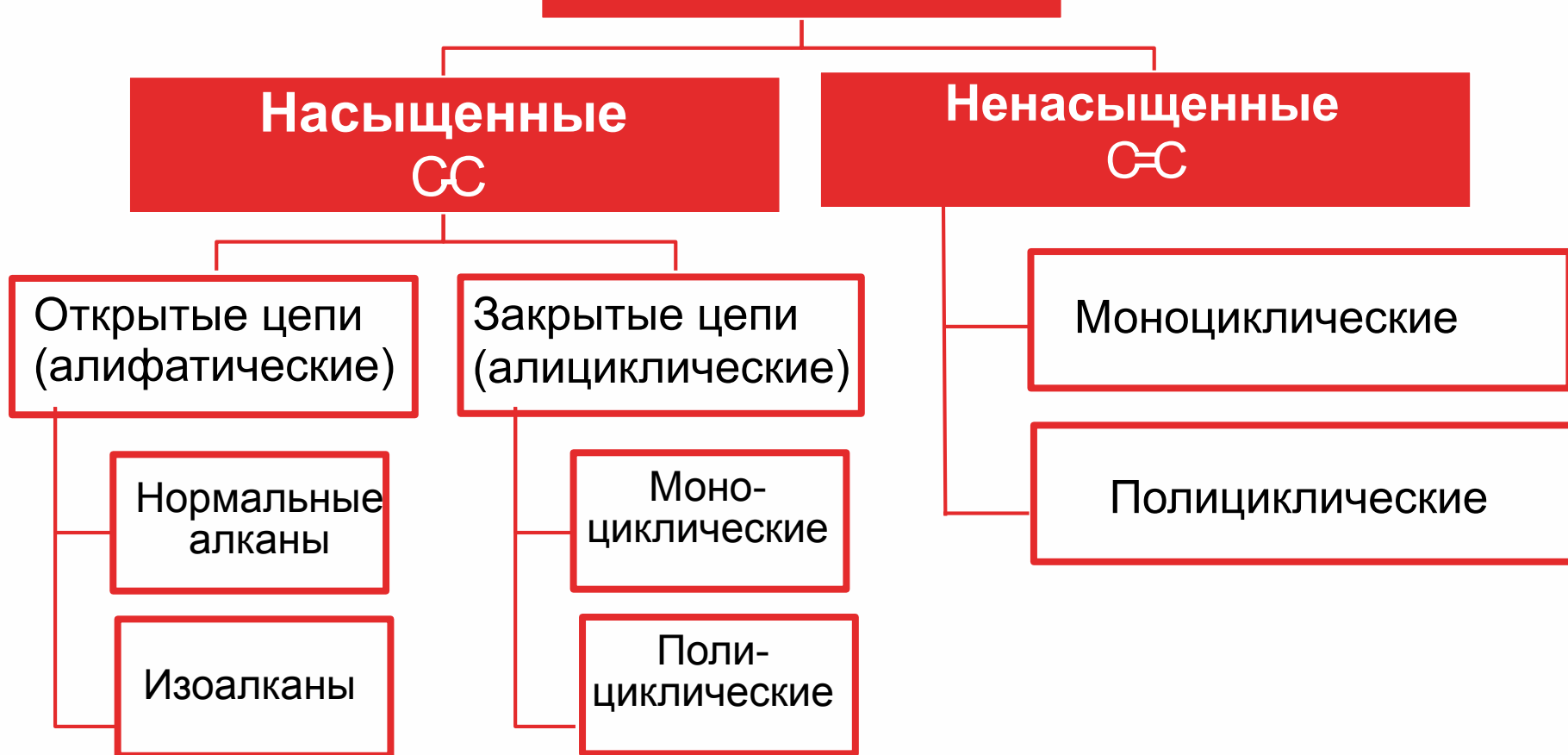


- Ароматические – C_nH_{2n-6}
(арены)



ГРУППОВОЙ УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ

Углеводороды



СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ УВ В СЫРОЙ НЕФТИ

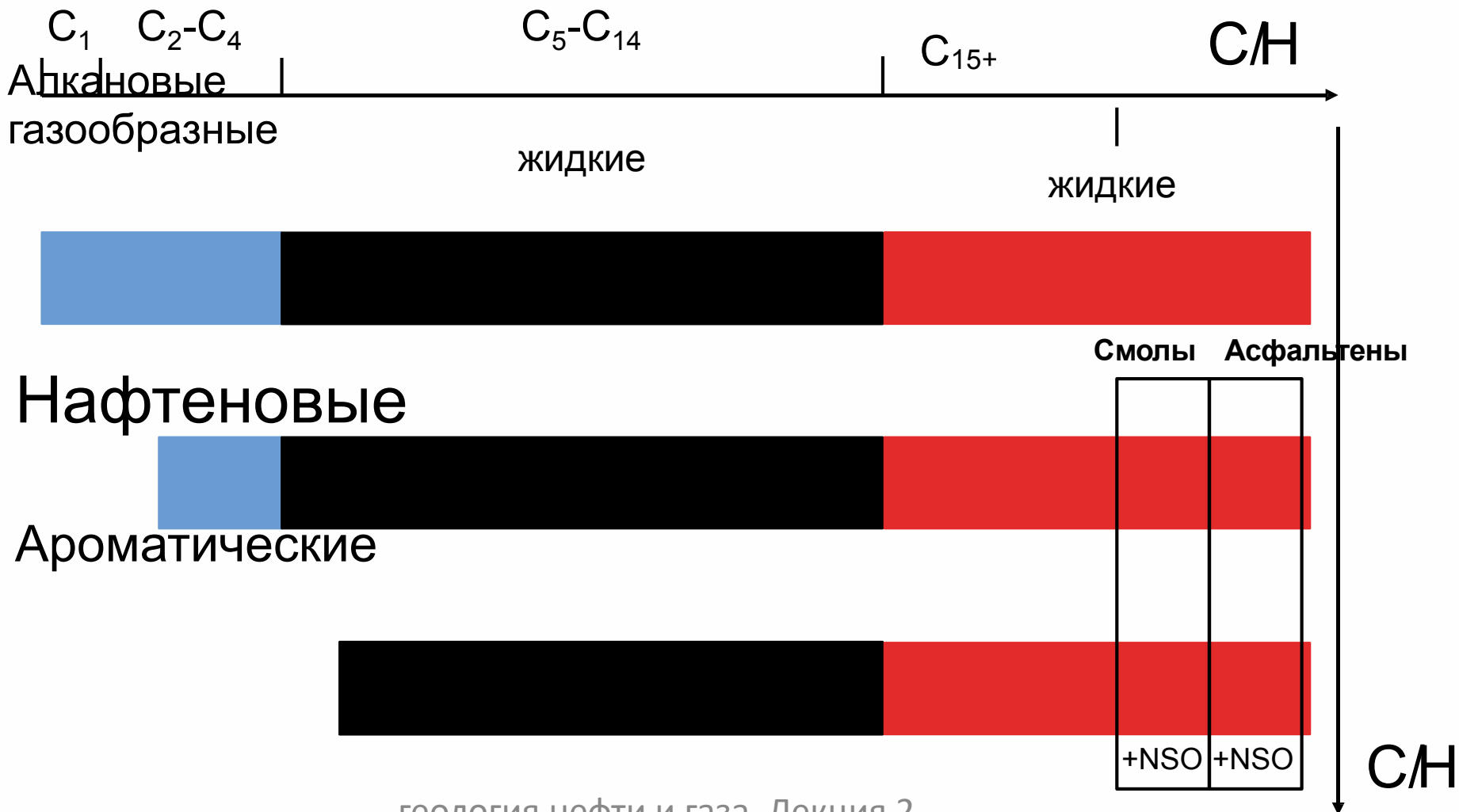
Углеводород	Диапазон, масс. %	Среднее, масс. %
Алканы	15 – 60	30
Нафтены	30 – 60	49
Арены	3 – 30	15
Битум	остаток	6

геология нефти и газа.

Лекция 2. Милосердова Л.В.

Источник: Levorsen A.I., 1967; Bruce L.G., Schmidt G.W., 1994

ГРУППОВОЙ УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ



СОДЕРЖАНИЕ СМОЛ И АСФАЛЬТЕНОВ В НЕФТЯХ

Типы нефтей	Содержание смол и асфальтенов, %
Малосмолистые	< 5,0
Смолистые	5,0 – 15,0
Высокосмолистые	> 15,0

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ

СВЕТЛЫЕ ФРАКЦИИ (выкипают до 350 оС при атмосферном давлении):

петролейный эфир (начало кипения до 40 оС)

бензиновая (нк 40-140 оС)

лигроиновая (нк 140-180 оС)

керосиновая (нк 180-220 оС)

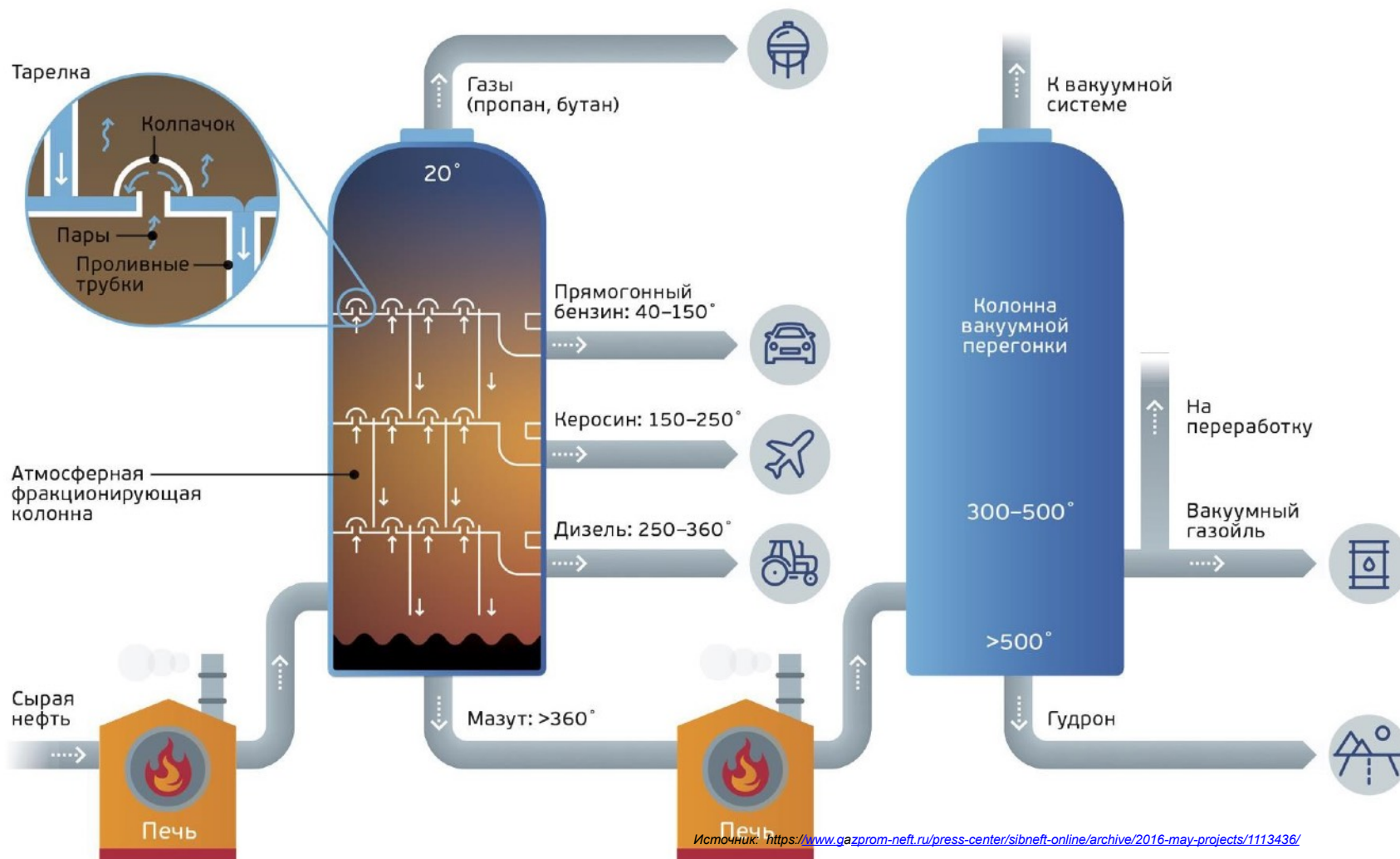
дизельная (нк 220-350 оС)

МАЗУТ (фракции, выкипающие после 350 оС под вакуумом):

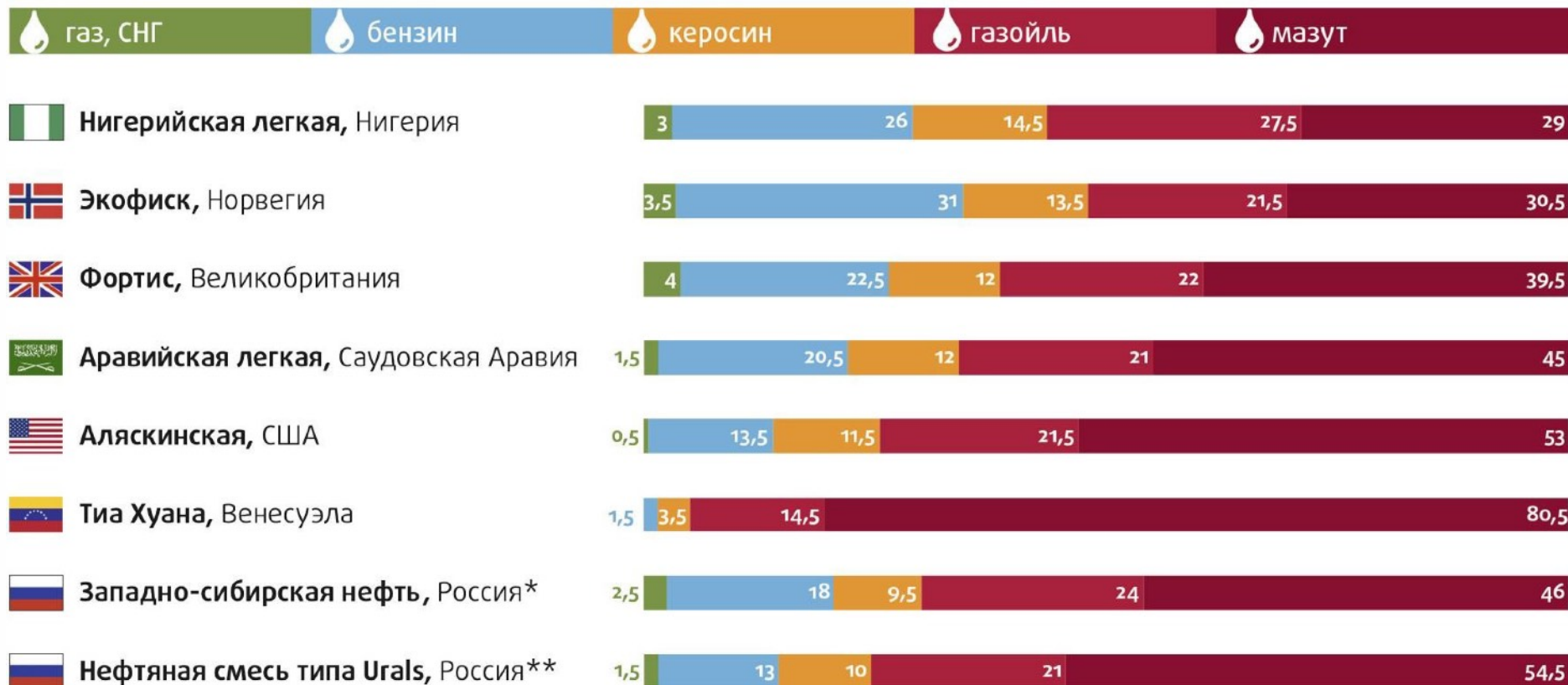
вакуумный газойль (350-500 оС)

вакуумный остаток (гудрон) (более 500 оС)

СХЕМА ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ



ВЫХОД ФРАКЦИЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ НЕФТЕЙ



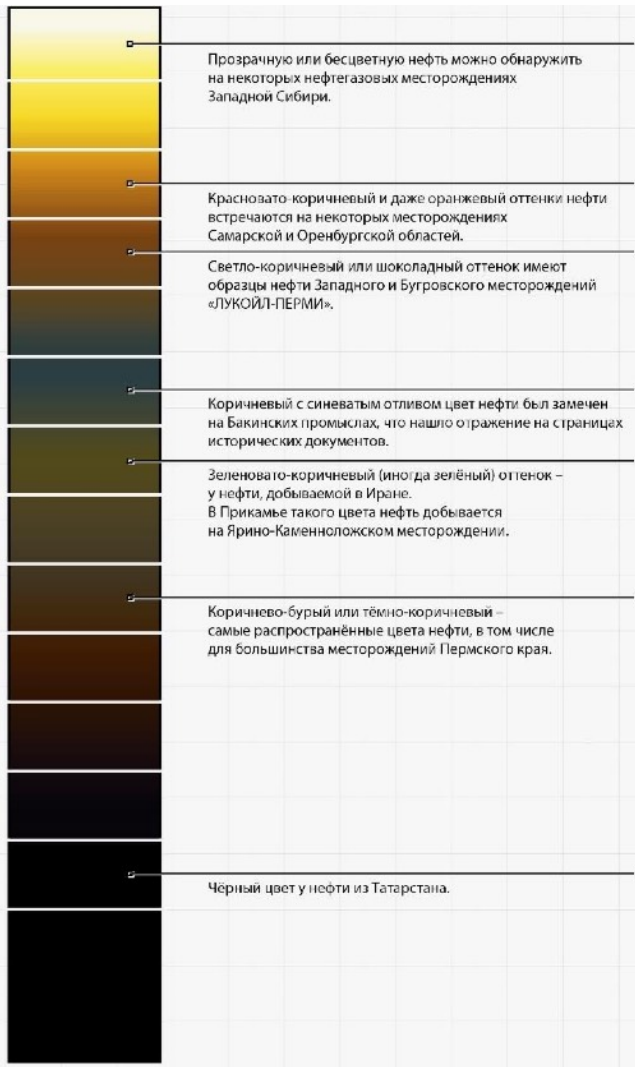
В % по объему

геология нефти и газа.

Лекция 2. Милосердова Л.В.

Источник: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2016-may-projects/1113436/>

ЦВЕТ НЕФТЕЙ



геология нефти и газа.

Источник: <https://neftok.ru/wp-content/uploads/2017/06/Obrasci-nefti.jpg>, <https://permneft-portal.ru/infogr/>, <http://loveopium.ru/tehnologiya/kak-dobyvayut-neft-i-gaz-v-sibirii.html>

Лекция 2. Милосердова Л.В.

ПЛОТНОСТЬ

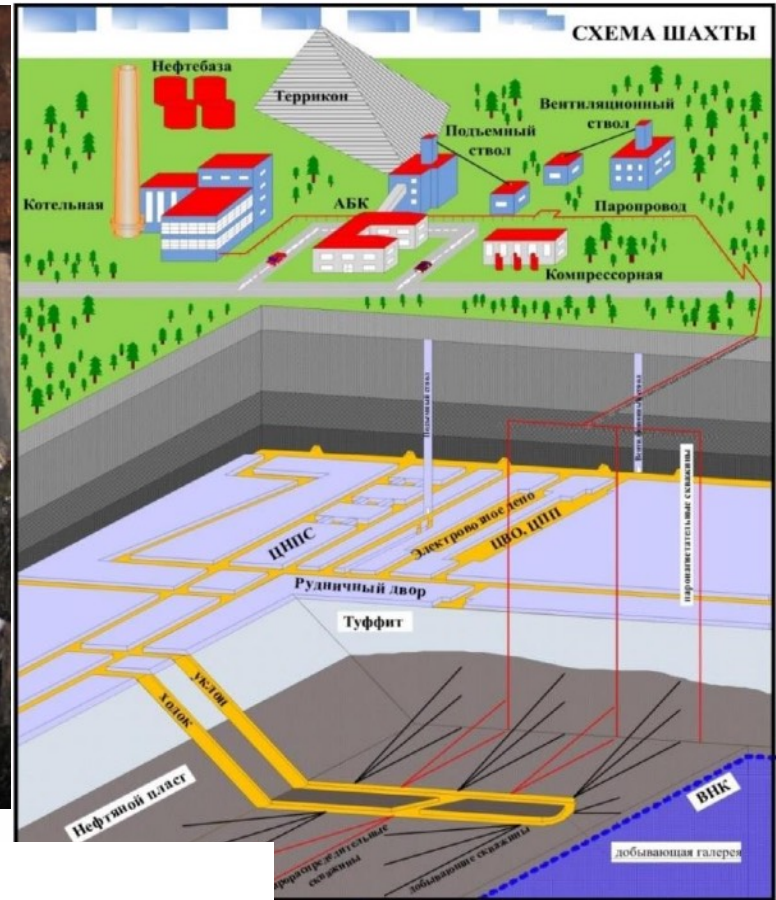
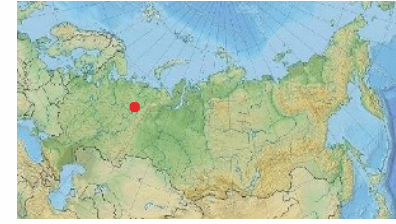
Типы нефтей	Плотность, г/см ³ (при 20 °С и 0,1 МПа)
Особо легкие	< 0,830
Легкие	0,831 – 0,850
Средние	0,851 – 0,870
Тяжелые	0,871 – 0,895
Битуминозные	> 0,895

ВЯЗКОСТЬ

Типы нефтей	Вязкость в пластовых условиях (Мпа*с)
Незначительной вязкости	$< 5,0$
Маловязкая	$5,1 - 10,0$
Повышенной вязкости	$10,1 - 30,0$
Высоковязкая	$30,1 - 200,0$
Сверхвязкая	$> 200,0$

источник: Методические рекомендации по применению классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов, 16

ЯРЕГСКОЕ НЕФТЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ



- Плотность нефти $0,945 \text{ г/см}^3$
- Вязкость нефти $12000-15000 \text{ мПа}\cdot\text{с}$

РАСТВОРИМОСТЬ И РАСТВОРЯЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ

Газовый фактор – количество газа, растворенное в 1 тонне или 1 м³ нефти.

Давление насыщения – давление, при котором происходит выделение из газонефтяного раствора первых порций газа.

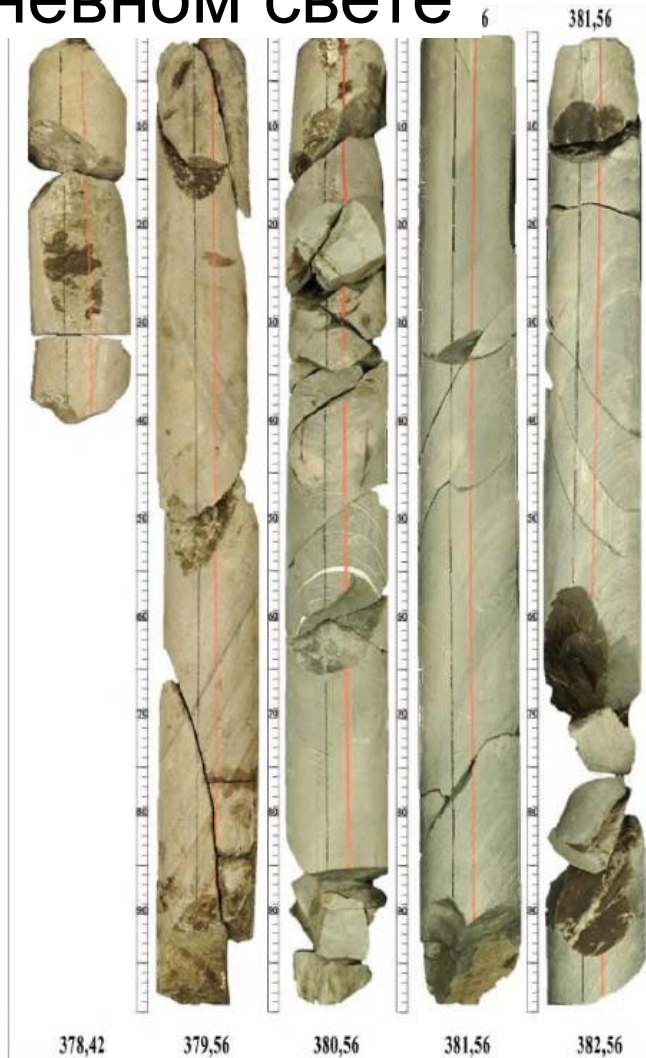
РАСТВОРИМОСТЬ И РАСТВОРЯЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ

Содержание парафинов в нефтях

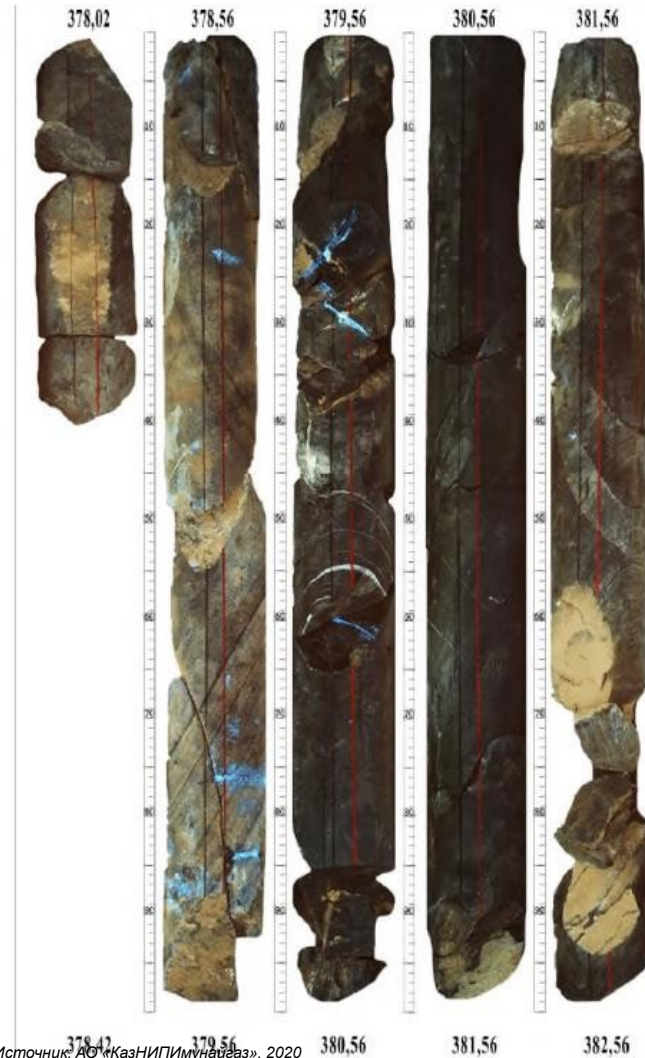
Типы нефтей	Содержание парафинов, %
Малопарафинистые	< 1,5
Парафинистые	1,51 – 6,0
Высокопарафинистые	> 6,0

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ

В ДНЕВНОМ СВЕТЕ



в УФ свете



Источник: АО «КазНИПИМунайгаз», 2020

ХАРАКТЕРИСТИКИ МАРКЕРНЫХ СОРТОВ НЕФТИ

Сорт	Район добычи	Плотность , кг/м ³ (°API)	Содержани е серы, %
Brent	Северное море (шельф Шотландии и Норвегии)	825-828 (39,4-40)	0,37
West Texas Intermediate (WTI)	штат Техас (США)	827 (39,6)	0,24
Dubai	эмират Дубай (ОАЭ)	870 (31)	2

ХАРАКТЕРИСТИКИ МАРКЕРНЫХ СОРТОВ НЕФТИ

Сорт	Район добычи	Плотность , кг/м ³ (°API)	Содержани е серы, %
Urals	Башкортастан и Татарстан, ХМАО	860-871 (31-32)	1,2-1,3
ESPO	Восточная Сибирь	851-855 (34,8)	0,62
Sokol	«Сахалин-1»	835-837 (36,7)	0,23
Siberian Light	ХМАО-Югра	845-850 (36,5)	0,57
Vityaz	«Сахалин-2»	820-823 (41)	0,18
Arctic Oil	Приразломное	906 (24)	2,3

геология нефти и газа.

Источник: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2020 году», 2021

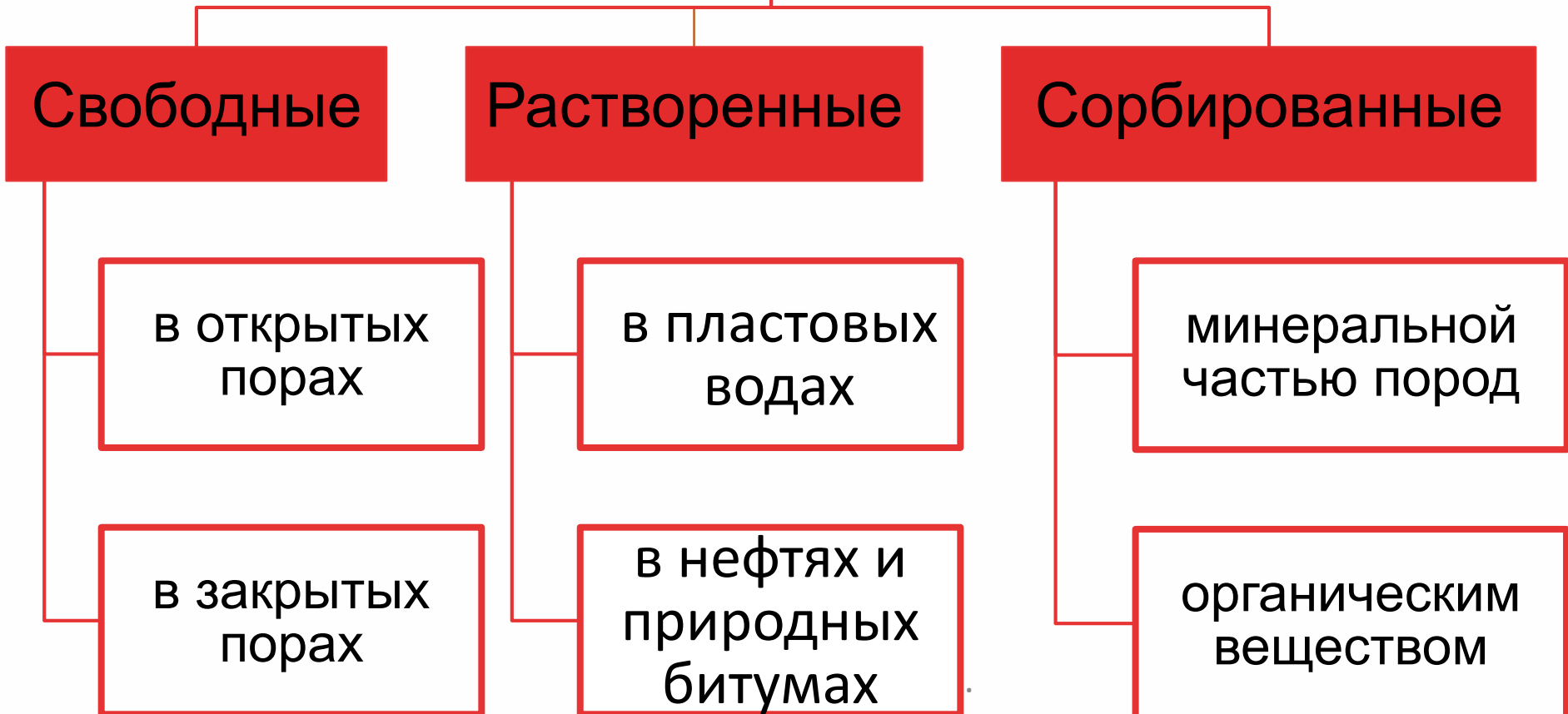
Лекция 2. Милосердова Л.В.

ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

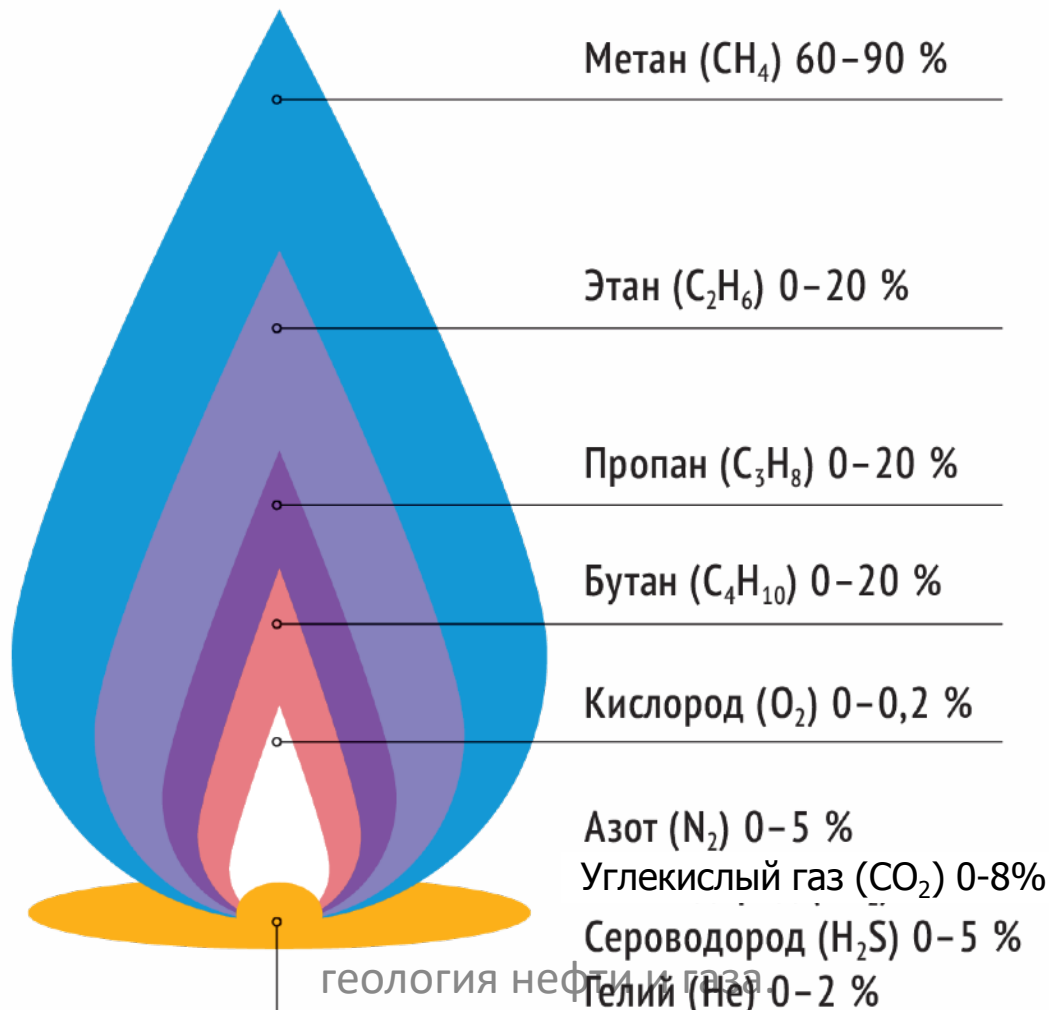
– смесь углеводородных (C1-C4) и неуглеводородных компонентов, находящихся в пластовых условиях в газообразном состоянии и в растворенном виде в нефти и воде, а при стандартных условиях только в газовой фазе.

ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В НЕДРАХ

Природные газы



КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОГО ГАЗА



геология нефти и газа

Лекция 2. Милосердова Л.В.

Источник: <https://oyla.xyz/article/prirodnyj-gaz-dobycya-i-potreblenie>

КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ

Типы газов	Основные компоненты	Второстепенные компоненты	Микрокомпоненты
Газовых месторождений	CH_4	Тяжелые УВ, N_2 , CO_2 , H_2S , He, Ar, Hg	H_2 , благородные газы
Нефтяных месторождений	CH_4 , тяжелые УВ (этан, пропан, бутан и т.д.)	N_2 , CO_2 , H_2S , He, Ar	H_2 , благородные газы (гелий, аргон, неон, ксенон, криптон и др.)

геология нефти и газа.

Источник: Соколов В.А., 1971

Лекция 2. Милосердова Л.В.

СОДЕРЖАНИЕ УВ- КОМПОНЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ ГАЗАХ

Типы газов	Гомологи метана (C ₂ H ₆ + высшие), % mol	Коэффициент жирности C ₂ H ₆ + высшие / CH ₄
Сухие	0 – 5	0,3 – 8,0
Полужирные	6 – 15	8,0 – 20,0
Жирные	12 – 25	20,0 – 30,0
Высокожирные	Более 25	Более 30

геология нефти и газа.

Источник: Старобинец И.С., 1993

Лекция 2. Милосердова Л.В.

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ

Состав	%
Углерод	65 – 80
Водород	1 – 25
Сера	0 – 0,2
Азот	1 – 15
Кислород	0

геология нефти и газа.

Источник: Levorsen A.I., 1967

Лекция 2. Милосердова Л.В.

СОСТАВ ГАЗА УРЕНГОЙСКОГО НГКМ

- метан (81,4-93,7%)
- этан + высшие (3,5-6,9%)
- азот + углекислый газ (менее 1%)



геоло

Источник: Каламбаров Л.В., 2005

СОСТАВ ГАЗА АСТРАХАНСКОГО ГКМ

- метан (50-55 %)
- сероводород (22-24 %)
- углекислый газ (20-22 %)
- азот (до 3%)



геология нефти и газа.

Лекция 2. Милосердова Л.В.
Источник: <http://www.mining-enc.ru/a/astxanskoe-mestorozhdenie/>

СОСТАВ ГАЗА ОРЕНБУРГСКОГО НГКМ

- метан (84%)
 - этан (4,6%)
 - азот (4,9%)
 - сероводород (до 4,5%), меркаптаны
- углекислый газ
- гелий



геология нефти и газа.

Лекция 2. Милосердова Л.В.

Источник: <http://orenburg-dobycha.gazprom.ru/press/50-let-ooo-gazprom-dobycha-ore/>

СОСТАВ ПОПУТНОГО ГАЗА НЕФТЯНЫХ МЕСТО- РОЖДЕНИЙ, % ПО ОБЪЕМУ

Месторождение	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	N ₂	CO ₂
Ромашкинское	38,38	19,1	17,8	8,0	6,8	8,0	1,5
Самотлорское	53,4	7,2	15,1	8,3	6,3	9,6	0,1

геология нефти и газа.

Лекция 2. Милосердова Л.В.

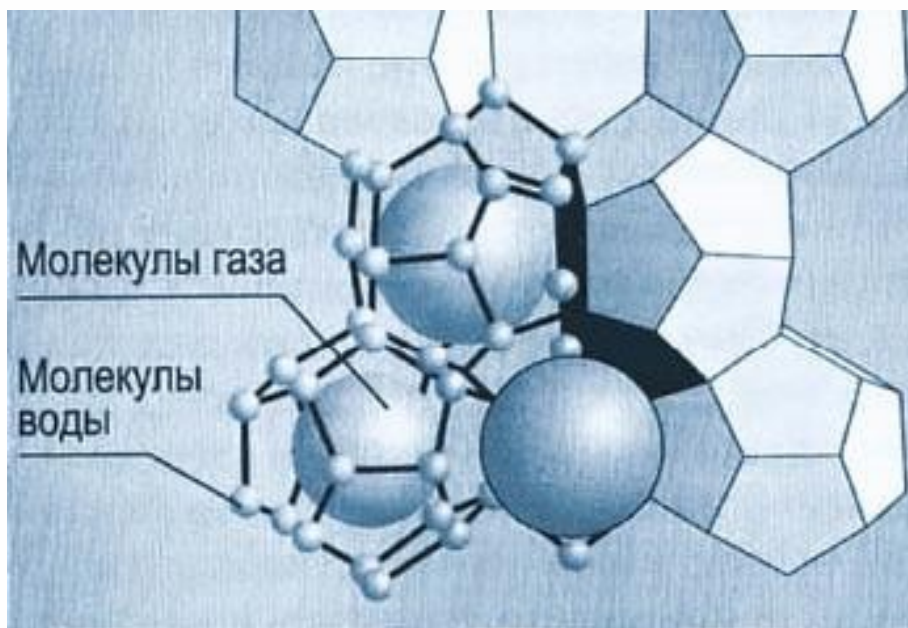
Источник: Керимов В.Ю., Ермолкин В.И., Гаджи-Касумов А.С., Осипов А.В. Геология нефти и газа, 2015.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- Молекулярная масса
- Плотность
- Вязкость
- Растворимость
- Сорбция
- Диффузия
- Фильтрация
- Гидратообразование
- Теплота сгорания
- Коэффициент сжимаемости
- Объемный коэффициент
- Критические температура и давление

ГАЗОГИДРАТЫ

– кристаллические соединения, образующиеся при определенных термобарических условиях из воды и газа.



МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИДРАТА МЕТАНА



СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ (СПГ)

– природный газ, охлажденный после очистки от примесей до температуры конденсации ($-161,5^{\circ}\text{C}$), и приведенный таким образом в жидкое состояние.



Источник: <https://logos.ru/transportation-log/spg-tanker.html>

ГАЗОВЫЙ КОНДЕНСАТ

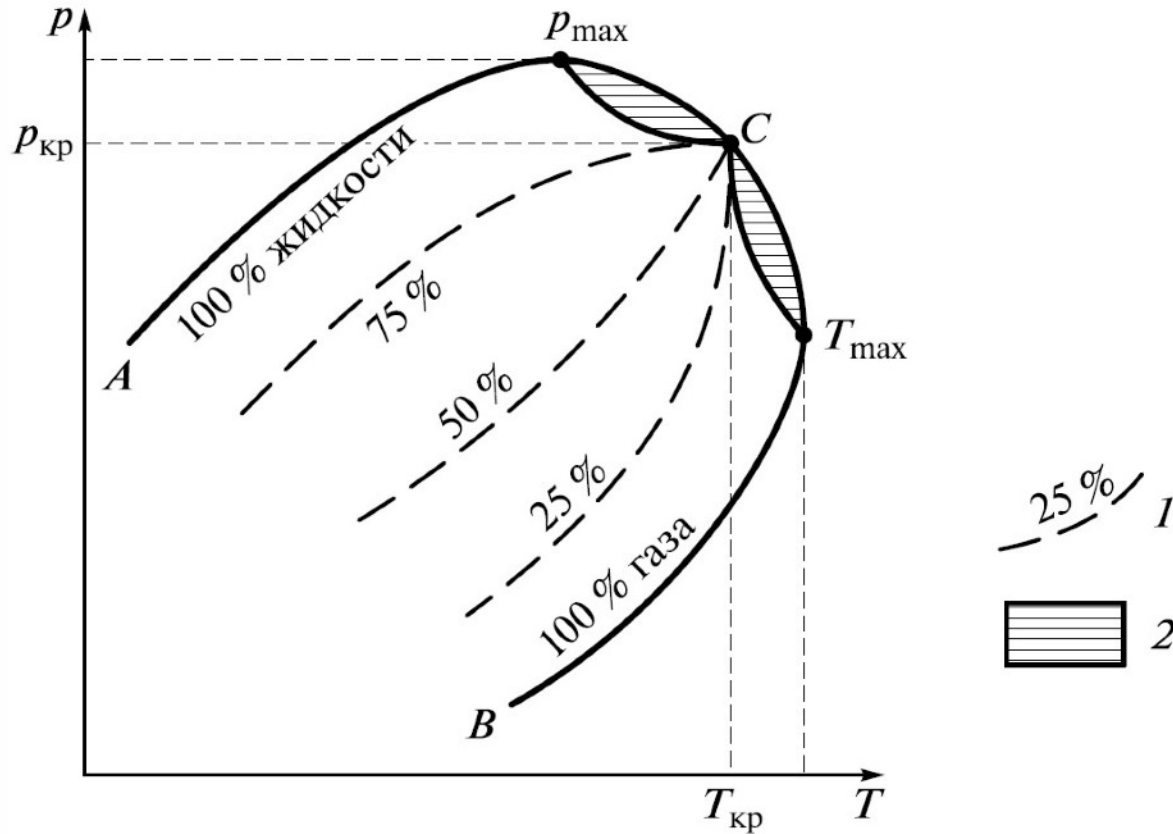
– смесь углеводородных C₅+ и неуглеводородных компонентов, находящихся при начальных термобарических условиях в газообразном состоянии в пластовом газе и переходящих в жидкое состояние при снижении давления ниже давления начала конденсации.

ГЕНЕЗИС

Первичный газовый конденсат – продукт преобразования органического вещества нефтегазоматеринских пород в катагенезе.

Вторичный газовый конденсат – продукт термобарических превращений газонефтяной системы.

РЕТРОГРАДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ



1 - жидкий фаз, 2 - газ, $T_{кр}$ - критическая температура, C - критическая точка, P_{max} - максимальное давление, T_{max} - максимальная температура

геология нефти и газа.

Лекция 2. Милосердова Л.В.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЛЕЖЕЙ ПО СОДЕРЖАНИЮ КОНДЕНСАТА

Содержание конденсата (C_{5+}), $\mu\text{В}$	Группы залежей (месторождений)
менее 25	низкоконденсатные
от 25 до 100	среднеконденсатные
от 100 до 500	высококонденсатные
более 500	уникальноконденсатные

СОДЕРЖАНИЕ КОНДЕНСАТА В ГАЗАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССИИ

Уренгойское нефтегазоконденсатное 97,6-576,1
г/м³

Вуктыльское нефтегазоконденсатное 352,7 г/м³

Ямбургское нефтегазоконденсатное 106,5-275 г/
м³

Астраханское газоконденсатное 232 г/м³

Оренбургское нефтегазоконденсатное 72 г/м³

ВИДЫ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА

Сырой (нестабильный) газовый конденсат – газовый конденсат, находящийся в жидком состоянии, с растворенными в нем газами и неуглеводородными компонентами.

Стабильный газовый конденсат – газовый конденсат, получаемый путем очистки нестабильного газового конденсата от примесей и выделения из него углеводородов C1-C4.

1. Сланцевая нефть

2. Сланцевый газ

3. Метан угольных пластов

- ✓ Нефтяной сланец (shale oil) – это тонкозернистые осадочные породы, содержащие минеральные вещества и большое количество керогена, который, в свою очередь, и представляет ценность, как углеводородное сырье.
- ✓ Сланцевая нефть (oil shale) – синтетическая нефть, добываемая из нефтяных сланцев при высоких температурах (более 500 °С).
- ✓ Нефть непроницаемых пород (tight oil) – нефть, содержащая в сланцах и других низкопроницаемых породах, добываемая, методами мультисададийного гидроразрыва пласта.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Нефть представляет собой смесь углеводородных компонентов и растворенных в ней примесей, находящуюся в недрах при пластовом давлении и пластовой температуре в жидком состоянии.
- Нефти каждого конкретного месторождения обладают уникальными физико-химическими свойствами, химическим и фракционным составом, что оказывает влияние на процессы ее извлечения, транспортировки и переработки.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Природный газ представляет собой смесь углеводородных (C1-C4) и неуглеводородных компонентов, находящихся в стандартных условиях только в газовой фазе.
- Природные газы в залежах могут находиться в свободном (газ чисто газовых залежей) и в растворенном (попутный нефтяной газ) состояниях.
- Основным компонентом природного газа является метан.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Газовый конденсат представляет собой смесь углеводородных C_5+ и неуглеводородных компонентов, находящихся при начальных термобарических условиях в газообразном состоянии в пластовом газе и переходящих в жидкое состояние при снижении давления ниже давления начала конденсации.
- Основными параметрами газа, в состав которого входит конденсат, являются конденсатногазовый фактор, потенциальное содержание углеводородов C_5+ и давление начала конденсации.

ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ПО ТЕМЕ ЛЕКЦИИ

- Керимов В.Ю., Ермолкин В.И., Гаджи-Касумов А.С., Осипов А.В. Геология нефти и газа, 2015. С. 44-81, 86-91.

ПО ТЕМЕ ЛЕКЦИИ РЕКОМЕНДУЮ

- <https://www.gazprominfo.ru/> – Информаторий. Ответы на вопросы о природном газе и о том, что с ним связано
- <https://www.youtube.com/watch?v=yqIPzJpIW4g> – как используют попутный нефтяной газ

Фамилия, группа. Ответить на 3 вопроса

1. Что такое нефть?
2. Что такое биомаркер?
3. Что такое баррель?
4. Что такое каустобиолиты?
5. Что такое сланцевая нефть?
6. Каковы условия нахождения углеводородов в природе?
7. Каковы физические свойства нефтей?
8. Каков групповой углеводородный состав нефтей?
9. Каков элементный состав нефтей?
10. Каково содержание смол в нефтях?
11. Каков фракционный состав нефтей?
12. Каковы особенности нефти Ярегского месторождения?
13. Что такое газовый фактор?
14. Что такое давление насыщения?
15. Что такое природный газ?
16. Что такое газогидраты?
17. Что такое СПГ?
18. Что такое газовый конденсат?
19. Какие вопросы не были затронуты, а Вам бы хотелось узнать?