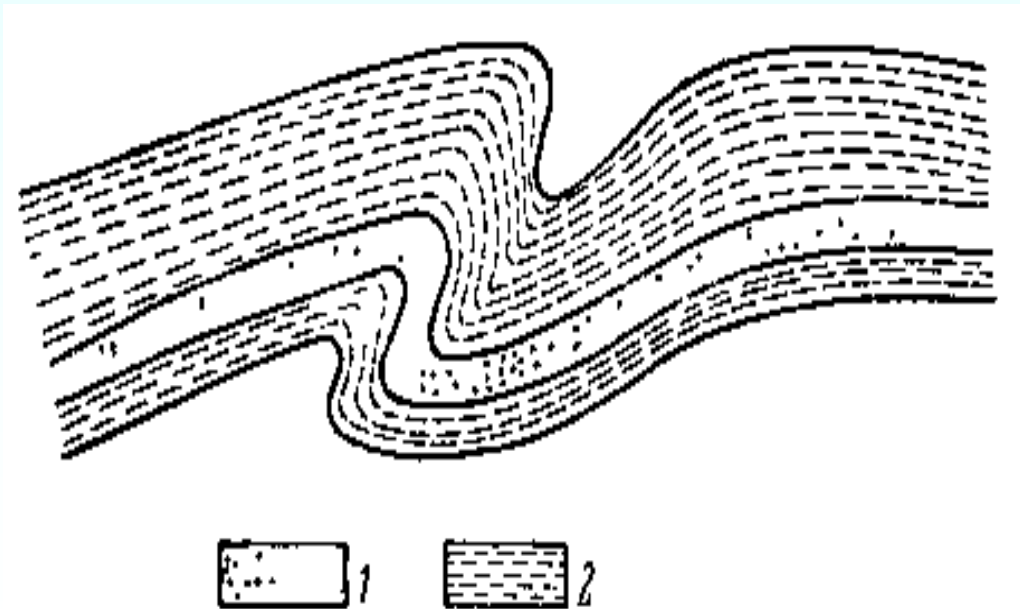


Геологические процессы в земной коре

- Образование нефтяных и газовых месторождений
- Физико-химические свойства нефти, газа и пород, слагающих нефтяные пласты

Пластовый резервуар представляет собой коллектор, ограниченный на значительной площади в кровле и подошве плохо проницаемыми породами. Особенности такого резервуара является сохранение толщины и литологического состава на большой площади.



**Принципиальная схема
пластового резервуара.**

1 – коллектор (песок);
2 – плохо проницаемые
породы (глины)

ПРИРОДНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ. ЛОВУШКИ

Под массивным резервуаром понимают мощные толщи пород, состоящие из многих проницаемых пластов, не отделенных один от другого плохо проницаемыми породами.

- *однородные массивные резервуары* – сложены сравнительно однородной толщиной пород, большей частью карбонатных

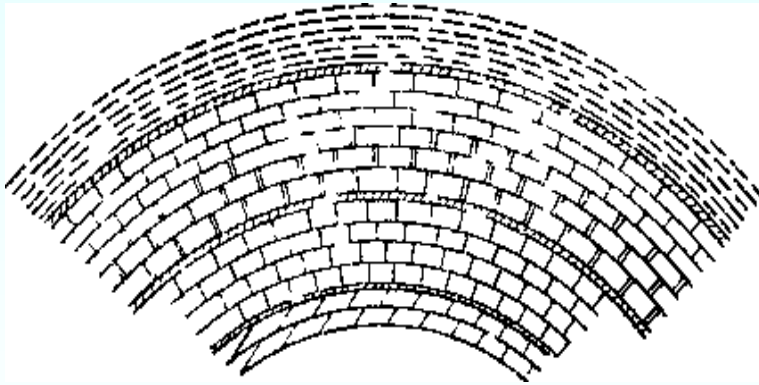


Схема однородного массивного резервуара.

- *неоднородные массивные резервуары* – толща пород неоднородна. Литологически она может быть представлена, например, чередованием известняков. Песков и песчаников, сверху перекрытых глинами.



Схема неоднородного массивного резервуара

Резервуары неправильной формы, литологически ограниченные со всех сторон

В эту группу объединены природные резервуары всех видов, в которых насыщающие их газообразные и жидкие углеводороды окружены со всех сторон либо практически непроницаемыми породами, либо породами, насыщенными слабоактивной водой.



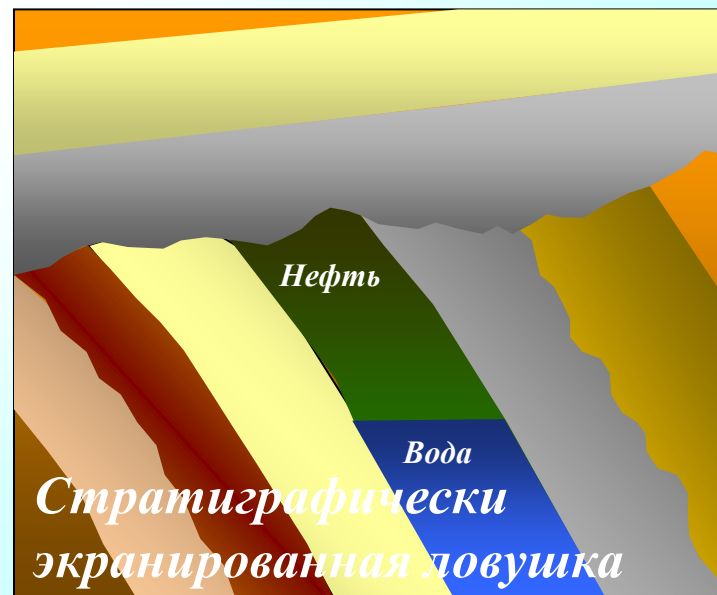
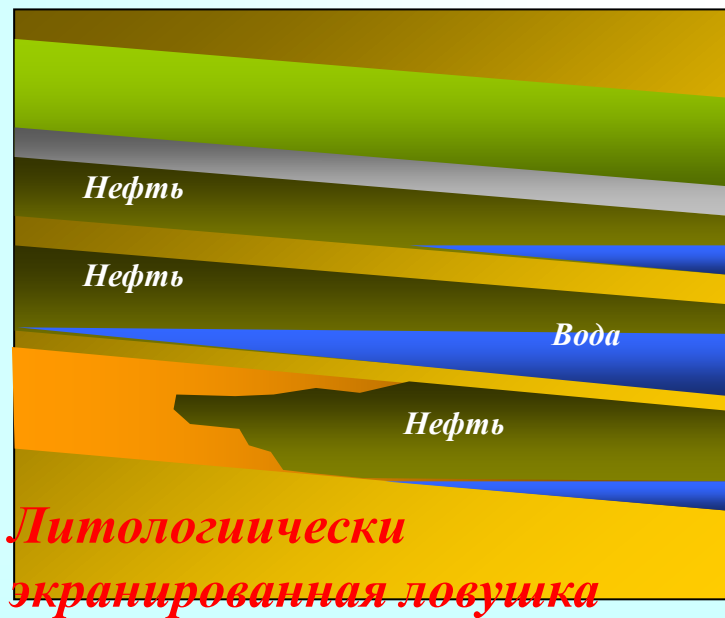
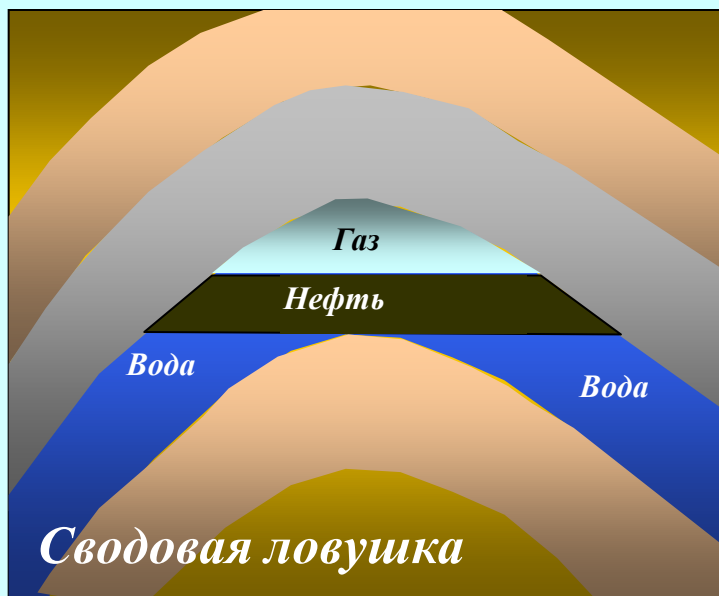
***Ловушка* – часть природного резервуара, в которой благодаря различного рода структурным дислокациям, стратиграфическому или литологическому ограничению, а так же тектоническому экранированию создаются условия для скопления нефти и газа.**

Гравитационный фактор вызывает в ловушке распределение газа, нефти и воды по их удельным весам.

ПРИРОДНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ. ЛОВУШКИ

- **Структурная ловушка (сводовая)** – образованная в результате изгиба слоев.
- **Стратиграфическая ловушка** – сформированная в результате эрозии пластов – коллекторов и перекрытия их затем непроницаемыми породами.
- **Тектоническая ловушка** – образованная в результате вертикального смещения пластов относительно друг друга, пласт-коллектор в месте тектонического нарушения может соприкасаться с непроницаемой горной породой.
- **Литологическая ловушка** – образованная в результате литологического замещения пористых проницаемых пород непроницаемыми.

ПРИРОДНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ. ЛОВУШКИ



Скопление нефти, газа, конденсата и других полезных сопутствующих компонентов, сосредоточенные в ловушке, в количестве, достаточном для промышленной разработки, называется залезью.

- *пластовая*

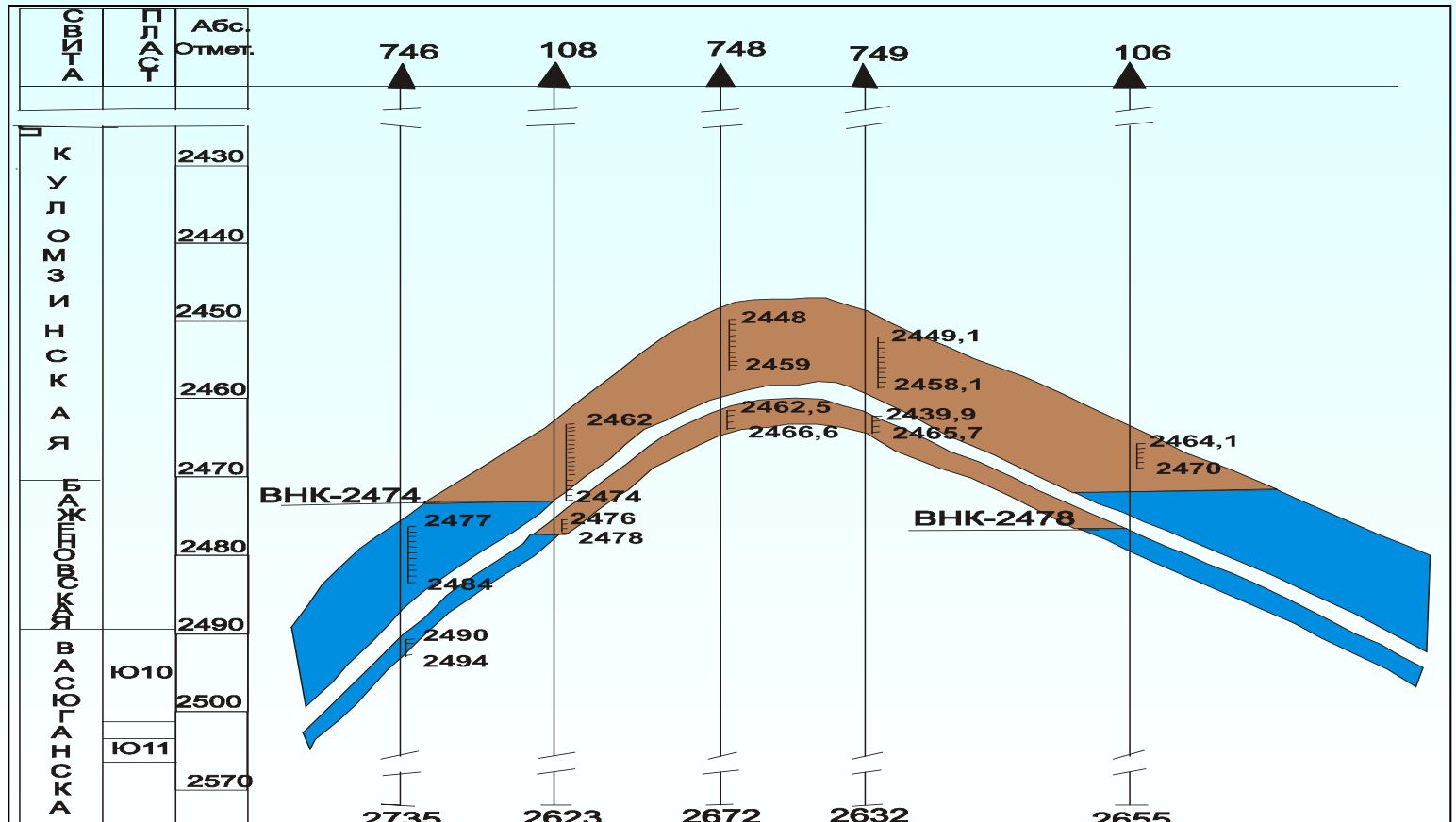
- *массивная*

- *литологически ограниченная*

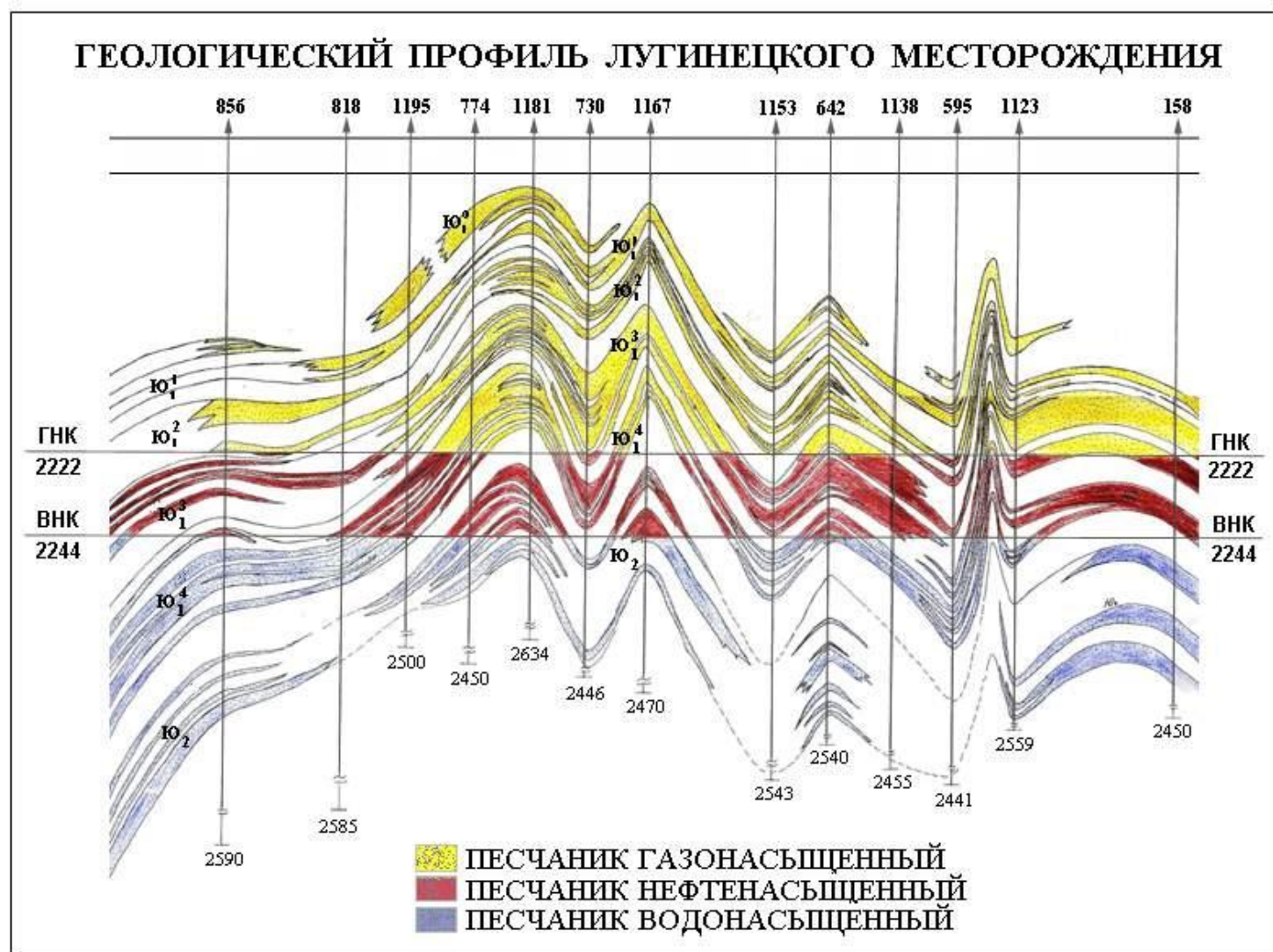
- *стратиграфически ограниченная,*

- *тектонически эранированная*

Пластовый тип залежи



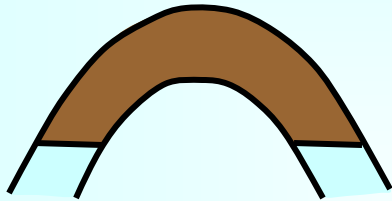
Массивный тип залежи



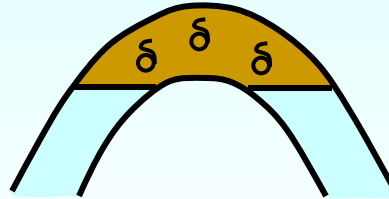
Под *месторождением* нефти и газа понимается совокупность залежей, приуроченных территориально к одной площади и сведенных с благоприятной тектонической структурой.

Понятия месторождение и залежь равнозначны, если на одной площади имеется всего одна залежь, такое месторождение называется *однопластовым*. Месторождение, имеющее залежи в пластах (горизонтах) разной стратиграфической принадлежности, принято называть *многопластовыми*

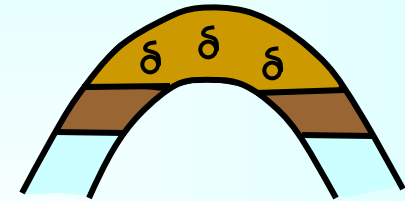
Классификация залежей по фазовому состоянию углеводорода



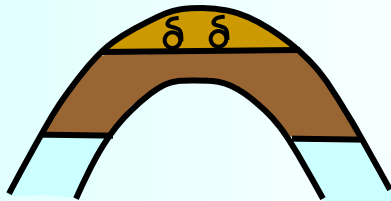
нефтяная



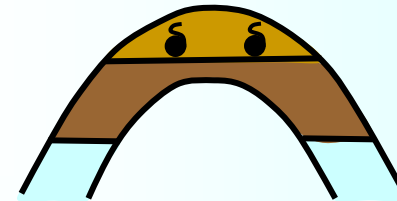
газовая



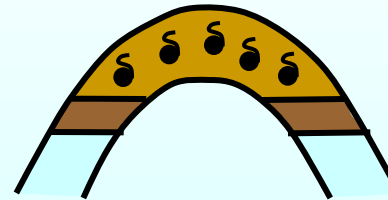
нефтегазовая



газонефтяная



газоконденсатнонефтяная



нефтегазоконденсатная

ЁМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ

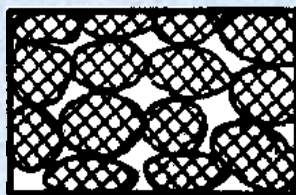
Коллектором называется горная порода, обладающая такими геолого-физическими свойствами, которые обеспечивают физическую подвижность нефти или газа в ее пустотном пространстве.

Порода-коллектор может быть насыщена как нефтью или газом, так и водой.

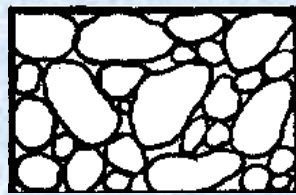
ЁМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ

Ёмкостные свойства породы определяются ее пустотностью:

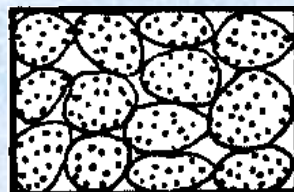
$$V_{\text{пуст.}} = V_{\text{пор}} + V_{\text{трещ.}} + V_{\text{каверн}}$$



а



б



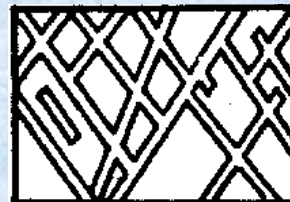
в



г



д



е

Различные типы пустот в породе.

а – хорошо отсортированная порода с высокой пористостью; б – плохо отсортированная порода с низкой пористостью; в – хорошо отсортированная пористая порода; г – хорошо отсортированная порода, пористость которой уменьшена в результате отложения минерального вещества в пустотах между зернами; д – порода, ставшая пористой благодаря растворению; е – порода, ставшая коллектором благодаря трещиноватости.

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ

ПОРИСТОСТЬ И СТРОЕНИЕ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА

Значения пористости некоторых осадочных пород

Горная порода	Пористость, %
Глинистые сланцы	0,54-1,4
Глины	6,0-50,0
Пески	6,0-52
Песчаники	3,5-29,0
Известняки	до 33
Доломиты	до 39
Известняки и доломиты, как покрышки	0,65-2,5

Н Е Ф Т Ь

Природная смесь, состоящая преимущественно из углеводородных соединений метановой, нафтеновой и ароматической групп, которые в пластовых и стандартных условиях находятся в жидкой фазе.

Кроме углеводородов (УВ) в нефтях присутствуют сернистые, азотистые, кислородные соединения, металлоорганические соединения.

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕФТЕЙ по углеводородному составу

Метановые

(более 50 %)

Нафтеновые

(более 50 %)

Ароматические

(более 50 %)

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕФТЕЙ

по содержанию парафинов

Малопарафинистые

(не выше 1,5 %)

Парафинистые

(1,51 - 6,00 %)

Высокопарафинистые

(выше 6,00 %)

Содержание парафина в нефти иногда достигает 13 - 14 % и больше.

Нефтяной парафин - это смесь твердых УВ двух групп, резко отличающихся друг от друга по свойствам, - *парафинов* $C_{17}H_{36}$ - $C_{35}H_{72}$ и *церезинов* $C_{36}H_{74}$ - $C_{55}H_{112}$.

Температура плавления первых 27-71°C, вторых – 65-88°C. При одной и той же температуре плавления церезины имеют более высокую плотность и вязкость.

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕФТЕЙ по содержанию серы

Малосернистая
(не выше 0,5 %)

Сернистая
(0,51 - 2,0 %)

Высокосернистая
(выше 2,0 %)

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕФТЕЙ по содержанию смол

Малосмолистые

(меньше 5 %)

Смолистые

(5 - 15 %)

Высокосмолистые

(выше 15 %)

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТЕЙ

- **Газосодержание (газонасыщенность)** пластовой нефти - это объем газа растворенного в 1 м^3 объема пластовой нефти:
 $G=V_{\text{г}}/V_{\text{пл.н.}}$ ($\text{м}^3/\text{м}^3$)

Газосодержание пластовых нефтей может достигать 300-500 $\text{м}^3/\text{м}^3$ и более, обычное его значение для большинства нефтей 30-100 $\text{м}^3/\text{м}^3$. Вместе с тем известно большое число нефтей с газосодержанием не выше 8-10 $\text{м}^3/\text{м}^3$.

- **Давлением насыщения** пластовой нефти называется давление, при котором газ начинает выделяться из нее. Давление насыщения зависит от соотношения объемов нефти и газа в залежи, от их состава, от пластовой температуры.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТЕЙ

• **Коэффициент сжимаемости** (или объемной упругости) характеризует относительное приращение объема нефти при изменении давления на единицу. Для большинства пластовых нефтей $= (1-5) \cdot 10^{-3}$ МПа⁻¹

$\beta_n = (1/V)(\Delta V/\Delta p)$, где ΔV - изменение объема нефти, V - исходный объем нефти, Δp - изменение давления.

• **Объемный коэффициент пластовой нефти** показывает, какой объем занимает в пластовых условиях 1 м³ дегазированной нефти:

$b_n = V_{\text{пл.н.}}/V_{\text{дег.}} = \rho_n/\rho_{\text{пл.н.}}$, где $V_{\text{пл.н.}}$ - объем нефти в пл. усл., $V_{\text{дег.}}$ - объем того же кол-ва нефти после дегазации при атмосферном давлении и $t=20^\circ\text{C}$, $\rho_{\text{пл.н.}}$ - плотность нефти в пл. усл., ρ - плотность нефти в станд. усл.

• **Усадка нефти** - уменьшение объема пластовой нефти при извлечении ее на поверхность $U = (b_n - 1)/b_n * 100$

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТЕЙ

При подсчете запасов нефти объемным методом изменение объема пластовой нефти при переходе от пластовых условий к поверхностным учитывают с помощью так называемого *пересчетного коэффициента*.

- **Пересчетный коэффициент** $\theta = 1/b = V_{\text{дег}}/V_{\text{п.н.}} = \rho_{\text{п.н.}}/\rho_{\text{н}}$
- **Коэффициент теплового расширения** $\alpha_{\text{н}}$ показывает, на какую часть ΔV первоначального объема V_0 изменяется объем нефти при изменении температуры на 1°C
$$\alpha_{\text{н}} = (1/V_0) (\Delta V/\Delta t).$$
Размерность $\alpha_{\text{н}}$ - $1/^\circ\text{C}$.
Для большинства нефтей значения коэффициента теплового расширения колеблются в пределах $(1-20) \cdot 10^{-4} 1/^\circ\text{C}$.

Колориметрические свойства нефти зависят от содержания в ней окрашенных веществ (смола, асфальтенов).

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТЕЙ

- **Под плотностью пластовой нефти** понимается масса нефти, извлеченной из недр с сохранением пластовых условий, в единице объема. Она обычно в 1,2-1,8 раза меньше плотности дегазированной нефти, что объясняется увеличением ее объема в пластовых условиях за счет растворенного газа. Известны нефти, плотность которых в пласте составляет всего 0,3-0.4 г/см³. Ее значения в пластовых условиях могут достигать 1.0 г/см³

По плотности пластовые нефти делятся на:

- *легкие с плотностью менее 0.850 г/см³;*
- *тяжелые с плотностью более 0,850 г/.*

Легкие нефти характеризуются высоким газосодержанием, тяжелые -
НИЗКИМ.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТЕЙ

- **Вязкость** пластовой нефти μ_n , определяющая степень ее подвижности в пластовых условиях, также существенно меньше вязкости ее в поверхностных условиях. Это обусловлено повышенным газосодержанием и пластовой температурой.

Давление оказывает небольшое влияние на изменение вязкости нефти в области выше давления насыщения. В пластовых условиях вязкость нефти может быть в десятки раз меньше вязкости дегазированной нефти.

Вязкость зависит также от плотности нефти: легкие нефти менее вязкие, чем тяжелые. Вязкость нефти измеряется в мПа·с

По вязкости нефти делятся на:

незначительной вязкостью - $\mu_n < 1$ мПа · с;

маловязкие - $1 < \mu_n \leq 5$ мПа · с;

с повышенной вязкостью - $5 < \mu_n \leq 25$ мПа · с;

высоковязкие - $\mu_n > 25$ мПа · с.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НЕФТЕЙ

В СТАНДАРТНЫХ УСЛОВИЯХ

**плотность, молекулярная масса, вязкость, температура
застывания и кипения**

В ПЛАСТОВЫХ УСЛОВИЯХ

**газосодержание, давление насыщения растворенным
газом, объемный коэффициент, вязкость, коэффициент
сжимаемости, коэффициент теплового расширения,
плотность.**

ГОРЮЧИЙ ГАЗ (ГАЗ)

Природные углеводородные газы представляют собой смесь предельных УВ.

Основным компонентом является метан CH_4 .

Наряду с метаном в состав природных газов входят более тяжелые УВ, а также неуглеводородные компоненты: азот N, углекислый газ CO_2 , сероводород H_2S , гелий He, аргон Ar.

В природных условиях находится в газообразной фазе в виде отдельных скоплений либо в растворенном в нефти или воде состоянии, а в стандартных условиях – только в газообразной фазе.