

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Национальный исследовательский Томский политехнический
университет"

История нефтегазовой отрасли и основы нефтегазового дела

Модуль 1. Лекция 1. Введение. Общие сведения о нефтяной и газовой промышленности.
Характеристика продуктивного пласта

*Разработчики: к.т.н., доц. каф. ТХНГ ИПР Шадрина А.В.,
к.т.н., доц. каф. ТХНГ ИПР Крец В.Г.*

Основы нефтегазопромышленного дела

Геология нефти и газа

Бурение нефтяных и
газовых скважин

Разработка и эксплуатация
нефтяных и газовых
месторождений

Исследование
скважин и пластов

Текущий и капитальный
ремонт скважин

Сбор и подготовка
скважинной продукции

Транспорт нефти и газа
на дальние расстояния

Вертикально-интегрированные нефтяные компании (ВИНК)

Вертикальная интеграция – объединение на экономической основе в рамках одной компании технологически взаимосвязанных производств: *геолого-разведочные работы, добыча нефти, переработка нефти, нефтехимия, сбыт нефтепродуктов и нефтехимикатов.*



Основные ВИНК, добывающие российскую нефть и производящие нефтепродукты



Нефтяная компания АО "ЛУКОЙЛ" (1993 г.)



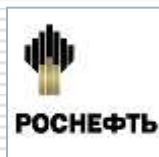
ОАО "НК "Сургутнефтегаз" (1993 г.)



АО "Татнефть" (1992 г.)



ОАО "ТНК ВР" (2003 г.)

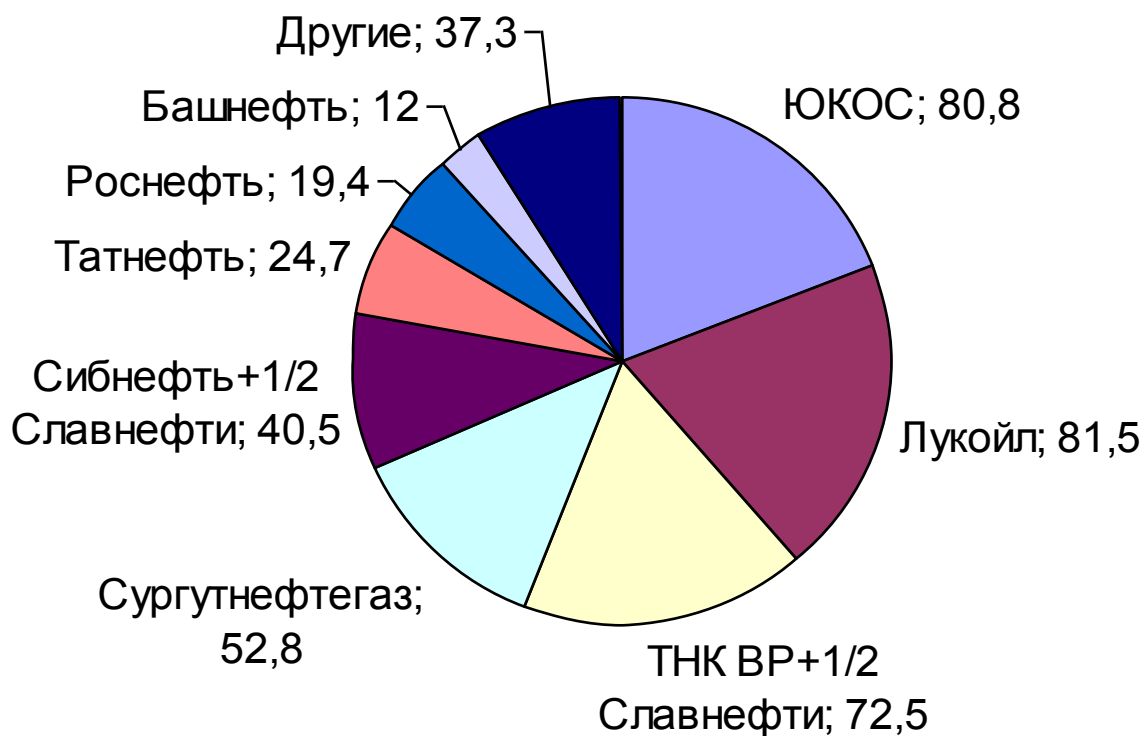


Нефтяная компания ОАО "Роснефть" (1995 г.)



ОАО "АНК Башнефть" (1998 г.)

Добыча нефти основными ВИНК в 2003 г. (млн т/год)





Лидер газовой промышленности

Направления деятельности ОАО «Газпром» – *геологоразведка, добыча, транспортировка, хранение, переработка и реализация газа и других углеводородов.*

Запасы природного газа ОАО «Газпром»

в мире	– 17 %	} 29,1 трлн куб. м
в России	– 60 %	

Добыча природного газа	в мире – 20 %
	в России – около 90 %

Типы горных пород

Вулканические или **магматические** – образованные в результате застывания на поверхности или в недрах земной коры магмы (базальты, граниты).



– базальты



– граниты

Осадочные – образованы в результате механического и химического воздействия воды и ветра на магматические породы, а также остатков животных и растений (известняки, песчаники, каменная соль, торф, ископаемый уголь, **нефть**, асфальт, **газ**, гипс и др.).



– известняк



– уголь

Метаморфические – образованы из осадочных и магматических горных пород при их погружении в толщу земной коры, где под влиянием высоких давлений и температур они приобрели кристаллическую структуру (кварциты, мраморы, яшмы, сланцы и т.п.).



– яшма



– сланец



– мрамор

Условия образования нефти и природного газа

- остатки растений и животных;
- высокие температуры;
- огромные давления.

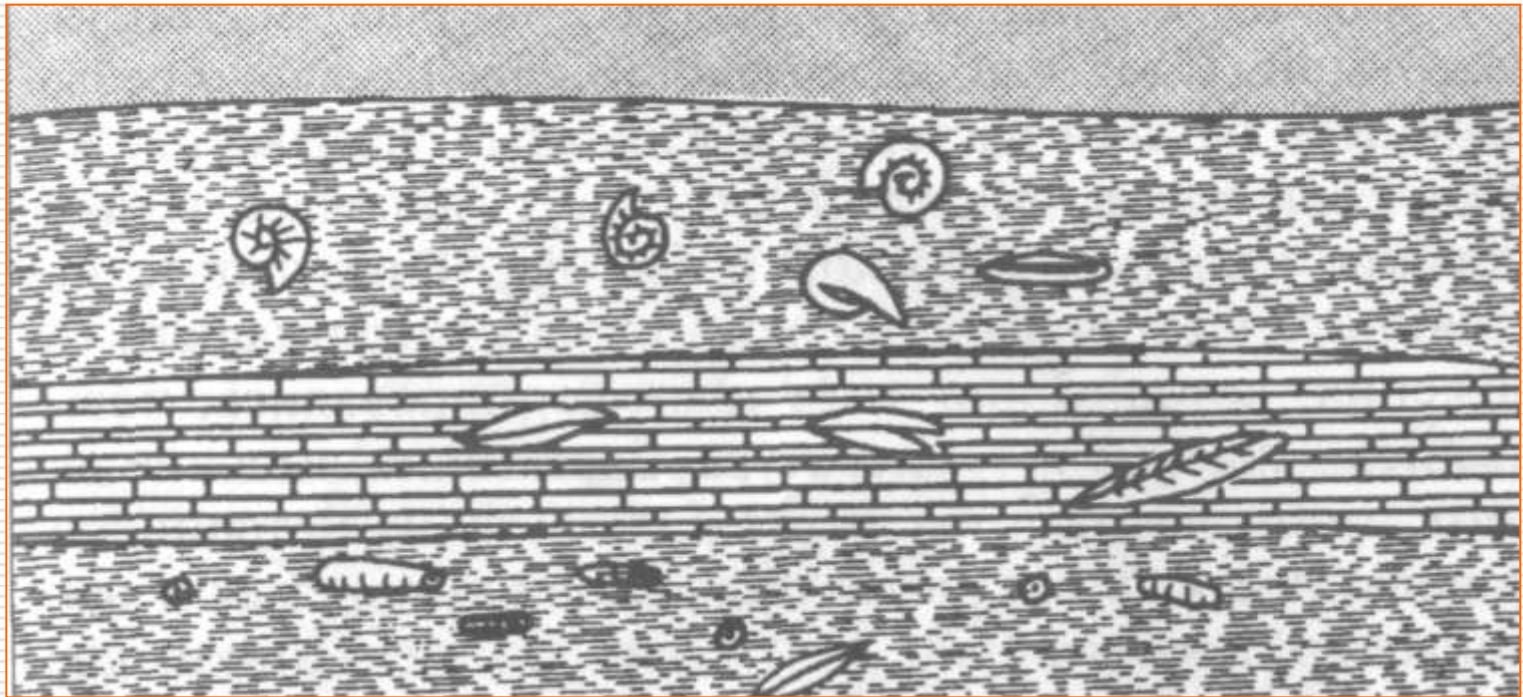


Рис. Гибнущие растения и животные опускаются на дно водоема, где погружаются в слой песка, ила и тины

Породы-коллекторы

Породы-коллекторы – горные породы, являющиеся хранилищами мигрирующих нефти, газа и воды, способные отдавать их при разработке (пески, песчаники, конгломераты, трещиноватые и кавернозные известняки и доломиты и т.д.):

песок – мелкообломочная рыхлая горная порода, состоящая из зерен (песчинок), подразделяется на крупнозернистый, мелкозернистый, среднезернистый и тонкозернистый;

песчаник – обломочная осадочная горная порода из сцементированного песка. Состоит главным образом из зерен кварца;

конгломераты – грубообломочная осадочная горная порода; сцементированный галечник с примесью песка, гравия и валунов;

ДОЛОМИТ – осадочная карбонатная горная порода.

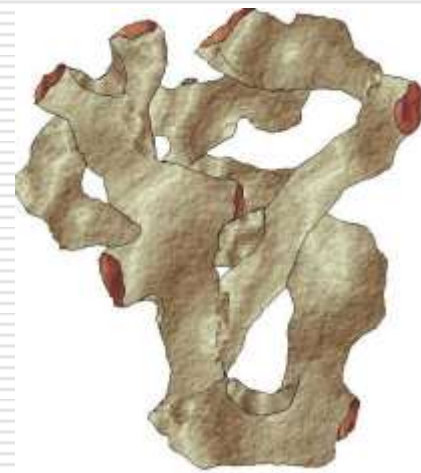


Рис. Слелок поровых каналов сцементированного песчаника

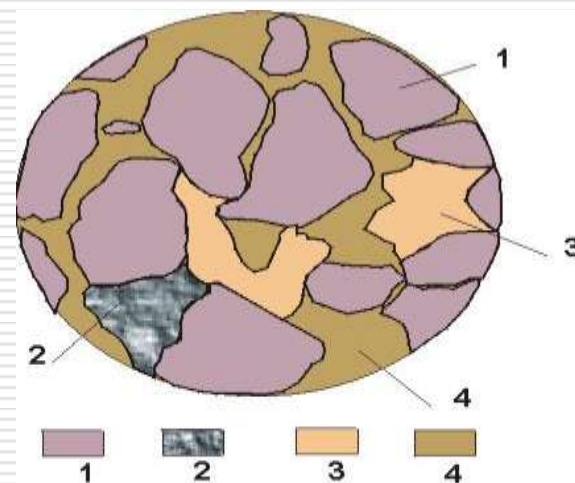


Рис. Шлиф пористого коллектора
1-зерна (частицы); 2-цемент (кальцит); 3-глина; 4-поровое пространство

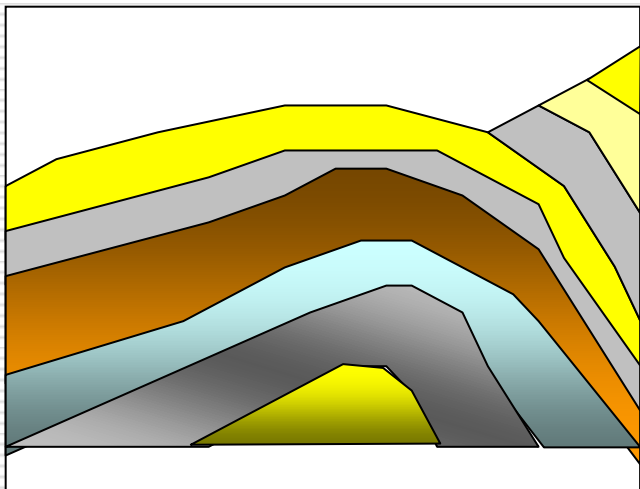
Характеристика пород-коллекторов

- **Пористость (полная, абсолютная)** – отношение объема пор к общему объему породы

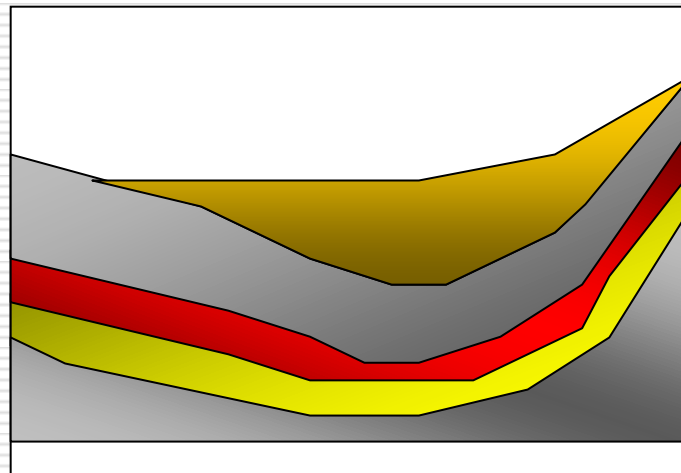
$$m_{\text{п}} = \frac{\sum V_{\text{пор}}}{V_{\text{образца}}} \times 100\%$$

- **Проницаемость** – способность пород-коллекторов пропускать через себя жидкости и газы (слабопроницаемые породы (**покрышки**)– глина, сланцы и др.).
- **Трещиноватость** обуславливается наличием в них трещин, не заполненных твердым веществом. Разветвленная сеть трещин, пронизывающих плотные коллекторы, обеспечивает значительные притоки нефти к скважинам.

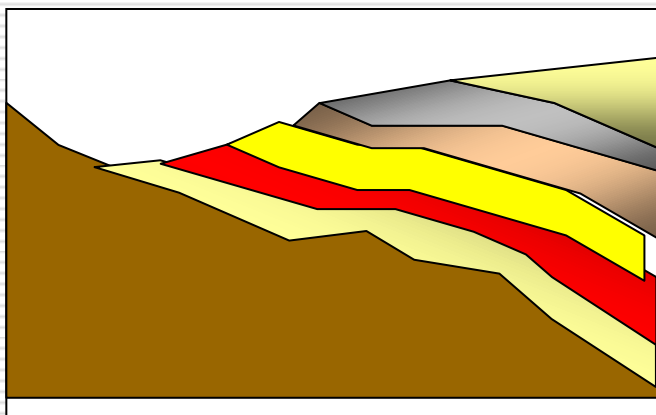
Формы залегания пластов



Антиклиналь (складки, обращенные выпуклостью вверх)



Синклиналь (складки, обращенные выпуклостью вниз)



Моноклиналь (этаж залегания пластов горных пород с одинаковым наклоном в одну сторону)

К сведению...



В России почти 90 % найденных нефти и газа находятся в антиклиналях, за рубежом – около 70 %.

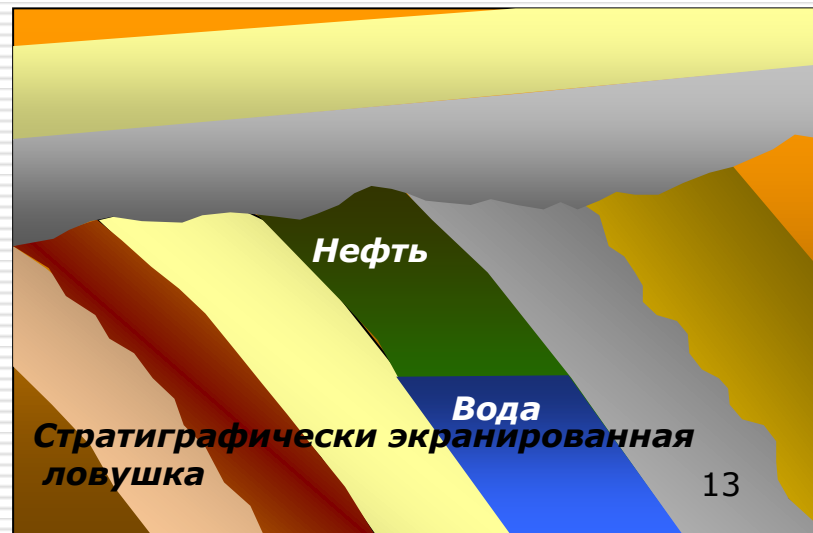
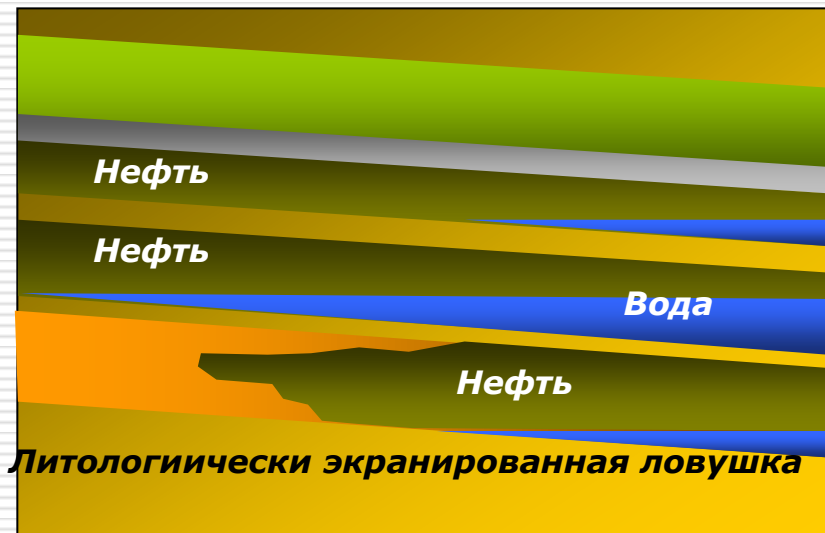
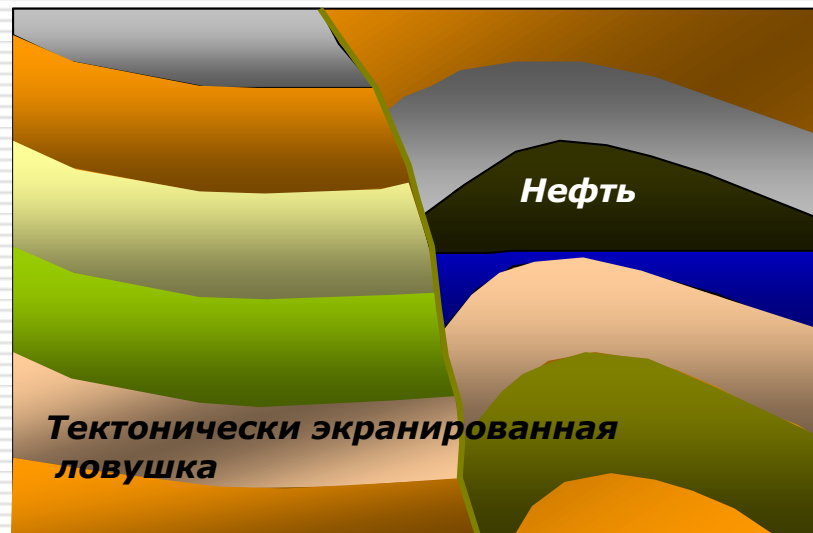
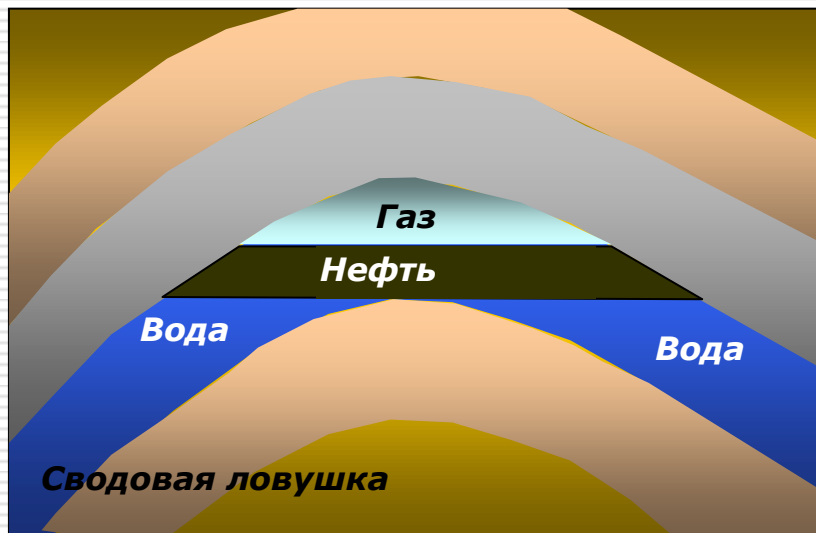
Размеры антиклиналей составляют в среднем:

- ☐ длина 5...10 км
- ☐ ширина 2...3 км;
- ☐ высота 50...70 м.

Известны и гигантские антиклинали: самое крупное в мире нефтяное месторождение **Гавар (Саудовская Аравия)** имеет размеры в плане 225×25 км и высоту 370 м, а газовое месторождение **Уренгой (Россия)** – 120×30 км при высоте 200 м.

Типы ловушек

Ловушка – часть природного резервуара, в которой создаются условия для скопления нефти и газа.



Типы ловушек

Структурная (сводовая) – образованная в результате изгиба слоев.

Стратиграфическая – сформированная в результате эрозии (разрушения, разъедания) пластов – коллекторов и перекрытия их затем непроницаемыми породами.

Тектоническая – образованная в результате вертикального перемещения мест обрыва относительно друг друга, пласт-коллектор в месте тектонического нарушения может соприкасаться с непроницаемой горной породой.

Литологическая – образованная в результате литологического замещения пористых проницаемых пород непроницаемыми.

Геологические нарушения, оказывающие большое влияние на распределение нефти (газа)

Сброс – смещение блоков горных пород относительно друг друга по вертикальной или круто наклонной поверхности тектонического разрыва.

Если по той же плоскости происходит не падение, а подъем пластов, то такое нарушение называют **взбросом** (обратным сбросом).

Надвиг – разрывное нарушение, при котором одни массы горных пород надвинуты на другие.

Грабен – опущенный по разломам участок земной коры.

Горет – приподнятый по разломам участок земной коры.

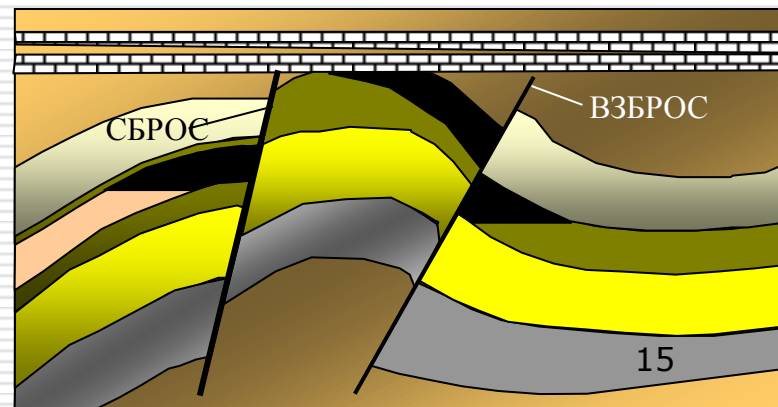
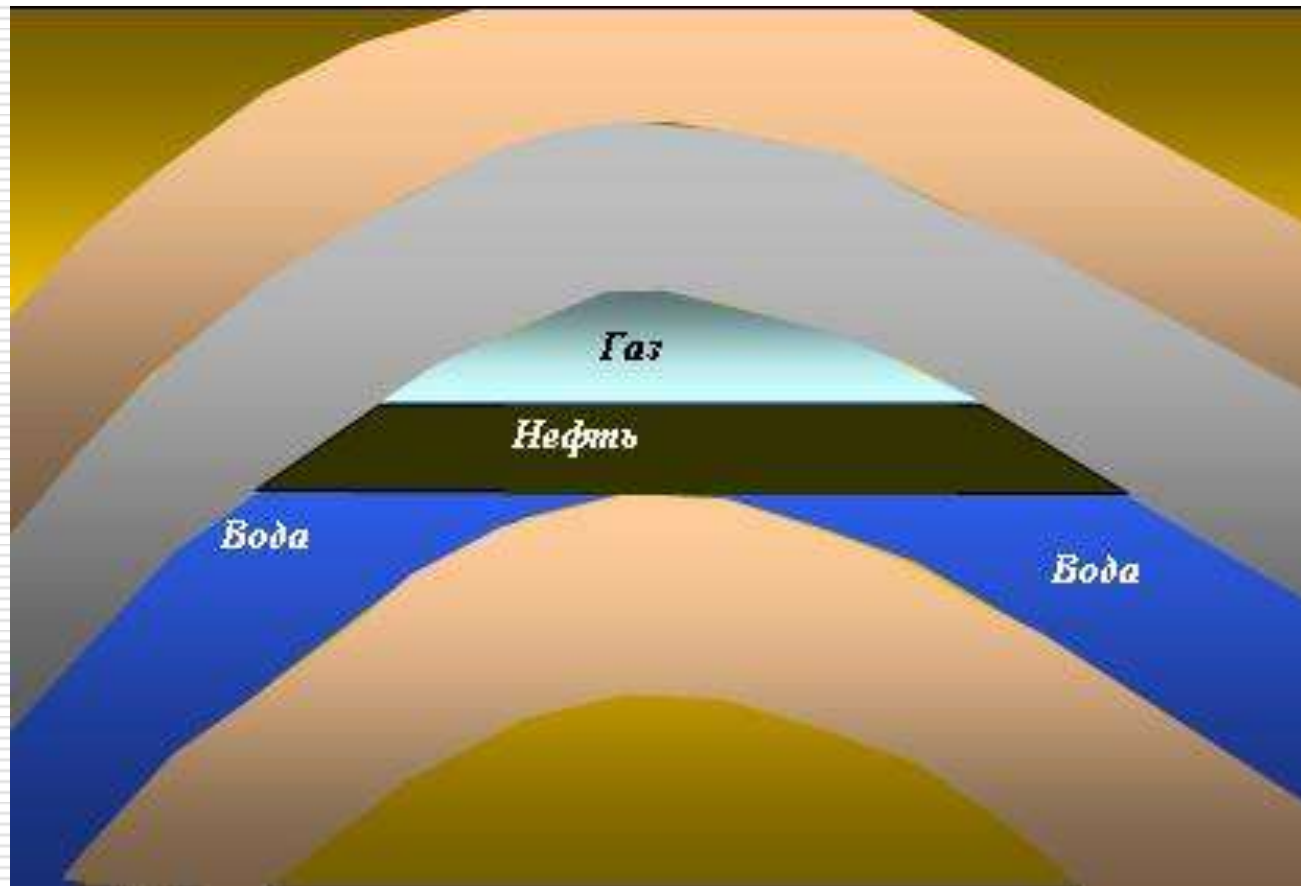


Схема газонефтяной пластовой залежи



Плотность

- газа $0,6 \dots 1,1 \text{ кг/м}^3$
- нефти $730 \dots 980 \text{ (1050) кг/м}^3$
- воды $1010 \dots 1080 \text{ кг/м}^3$

Залежь – скопление нефти и газа, сосредоточенное в ловушке в количестве, достаточном для промышленной разработки.

Месторождение нефти и газа – совокупность залежей одной и той же группы (например, сводовых), находящихся в недрах земной коры единой площади.

Месторождения

- **нефтяные** – содержат только нефть, в различной степени насыщенную газом;
- **газовые** – содержат только газовые залежи, состоящие более чем на 90% из метана;
- **газонефтяные** и **нефтегазовые** (двухфазные);
- **газоконденсатные** из которых при снижении давления до атмосферного выделяется жидкая фаза – конденсат.

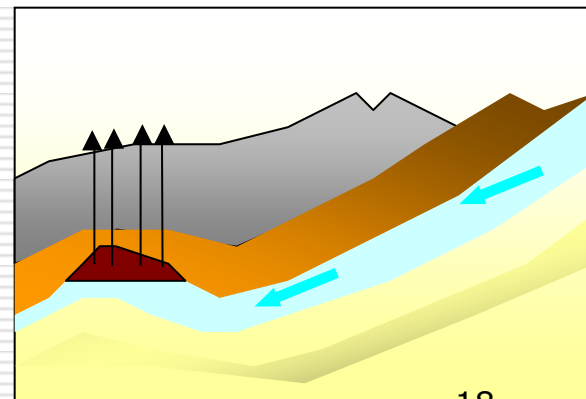
Режимы работы нефтегазоносных пластов

Режим работы нефтяных залежей – характер проявления движущих сил, обеспечивающих продвижение нефти в пластах к забоям эксплуатационных скважин.

Различают следующие режимы:

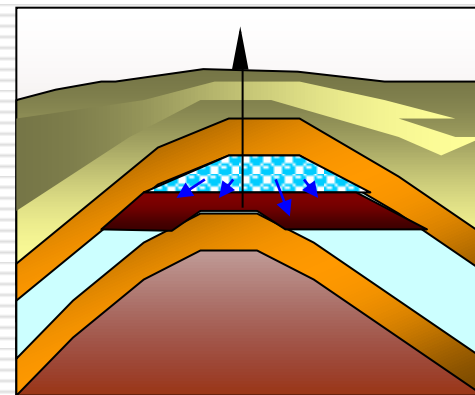
- водонапорный;
- газонапорный или режим газовой шапки;
- газовый или режим растворенного газа;
- гравитационный;
- смешанный.

Водонапорный режим – режим, при котором нефть движется в пласте к скважинам под напором краевых (или подошвенных) вод. При этом залежь наполняется водой из поверхностных источников в количествах, равных или несколько меньших количества отбираемой жидкости и газа из пласта в процессе его разработки.



Режимы работы нефтегазоносных пластов

Газонапорный режим (или режим газовой шапки) – режим работы пласта, когда основной энергией, продвигающей нефть, является напор газа газовой шапки. В этом случае нефть вытесняется к скважинам под давлением расширяющегося газа, находящегося в свободном состоянии в повышенной части пласта.

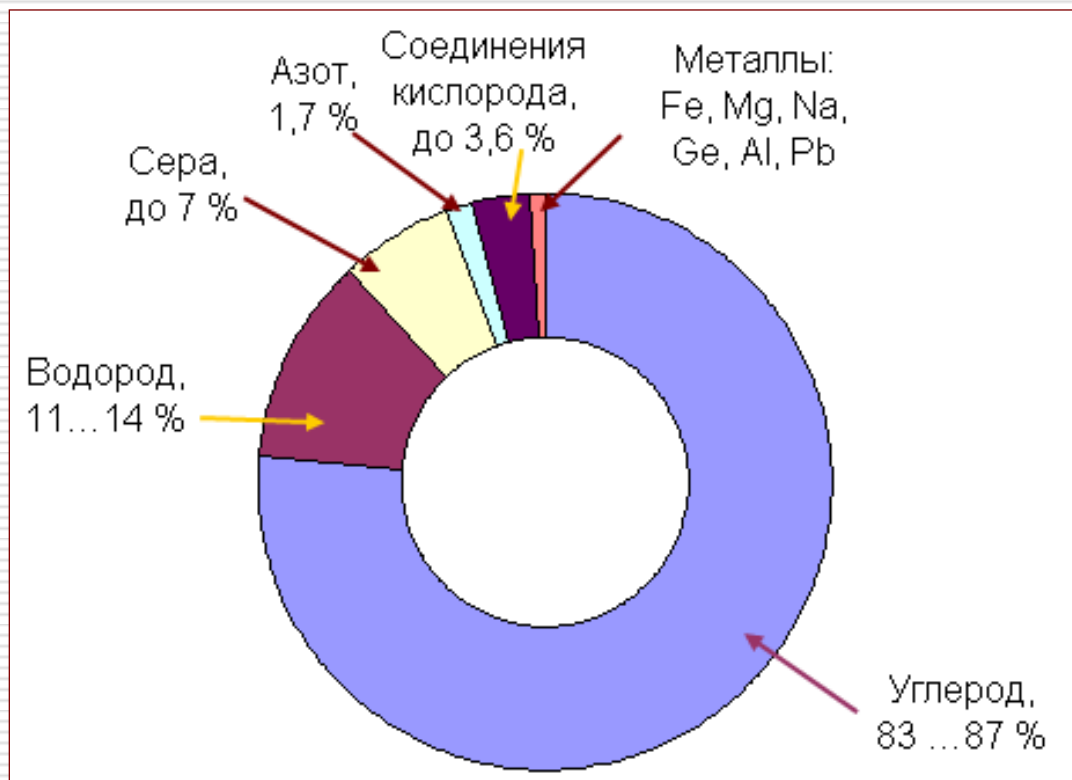


Режим растворенного газа – режим работы залежи, при котором нефть продавливается по пласту к забоям скважин под действием энергии пузырьков расширяющегося газа при выделении его из нефти. При этом режиме основной движущей силой является газ, растворенный в нефти или вместе с ней рассеянный в пласте в виде мельчайших пузырьков.

Гравитационный режим – режим работы залежи, при котором движение нефти по пласту к забоям скважин происходит за счет силы тяжести самой нефти.

Смешанный режим – режим работы залежи, когда при ее эксплуатации заметно одновременное действие двух или нескольких различных источников энергии.

Состав нефти



Состав природных газов

- парафиновые углеводороды
- азот;
- сероводород;
- углекислый газ;
- другие компоненты.

Состав пластовой воды

- растворенные соли натрия, кальция, магния, калия и др. металлов;
- коллоиды (окислы железа, алюминия, кремния);

- бор;
- йод;
- основные газы: углекислый газ, метан.

Физические свойства нефтей

1. Газосодержание (газонасыщенность) пластовой нефти – это объем газа V_g растворенного в объема пластовой нефти $V_{пл.н}$

$$G = \frac{V_g}{V_{пл.н}}, \quad [м^3/м^3 \text{ или } м^3/т]$$

2. По плотности пластовые нефти делятся на:

- легкие с плотностью менее 850 кг/м³;
- тяжелые с плотностью более 850 кг/м³.

3. Вязкость нефти – это свойство жидкости (газа) оказывать сопротивление перемещению одних ее частиц относительно других:

- **коэффициент динамической вязкости (μ)** [Па·с; мПа·с] – вязкость такой жидкости, в которой на 1 м² поверхности слоя действует сила, равная одному ньютону, если скорость между слоями на расстоянии 1 см изменяется на 1 см/с;
- **коэффициентом кинематической вязкости**, т.е. отношением динамической вязкости к плотности жидкости. За единицу в этом случае принят м²/с.

Физические свойства нефтей

4. Сжимаемость – способность нефти (газа, пластовой воды) изменять свой объем под действием давления. При увеличении давления нефть сжимается.

Коэффициент сжимаемости β_n :
$$\beta_n = \frac{1}{V_n} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta P} \quad \left[\frac{1}{\text{Па}}, \text{Па}^{-1} \right].$$

где ΔV – изменение объема нефти; V_n – исходный объем нефти;
 ΔP – изменение давления.

5. Объемный коэффициент ϕ – отношение объема жидкости в пластовых условиях к объему ее в стандартных условиях (атмосферное давление; температура 0°C)

$$\phi = \frac{V_{\text{пл. н}}}{V_{\text{дег}}} = \frac{\rho_n}{\rho_{\text{пл. н}}}$$

6. Усадка нефти I – величина, показывающая, на сколько изменяется ее объем на поверхности по сравнению с глубинными условиями:

$$I = \frac{\phi - 1}{\phi} \cdot 100 \%$$

Физические свойства природных газов

- 1. Плотность.** Относительная плотность газа называют отношение плотности газа при атмосферном давлении ($0,1 \text{ МПа} = 1 \text{ атм.}$) и стандартной температуре (обычно $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$) к плотности воздуха при тех же значениях давления и температуры.
- 2. Растворимость.** На многих месторождениях природный газ первоначально существует в растворенном состоянии в нефти и выделяется из раствора только при снижении давления.

Параметры растворимости:

Коэффициент растворимости газа показывает, сколько газа растворяется в единице объема жидкости при повышении давления на единицу.

Критическая температура. Если при постоянной температуре повышать давление какого-либо газа, то после достижения определенного значения давления этот газ сконденсируется, т.е. перейдет в жидкость. Для каждого газа существует определенная предельная температура, выше которой ни при каком давлении газ нельзя перевести в жидкое состояние – **критическая температура**.

Критическое давление – это предельное давление, при котором и менее которого газ не переходит в жидкое состояние, как бы ни низка была температура.

Физические свойства пластовых вод

1. Минерализация воды характеризуется количеством растворенных в ней минеральных солей. Степень минерализации вод часто выражается их соленостью, т.е. содержанием растворенных в воде солей, отнесенных к 100 г раствора.

Пластовые воды обычно сильно минерализованы. Степень их минерализации колеблется:

- **нескольких сот граммов на 1 м^3** — в пресной воде;
- **до 80 кг/м^3** — в сильноминерализованных водах;
- **до 300 кг/м^3** — в рапах.

2. Плотность воды зависит от степени ее минерализации и от температуры и составляет примерно от 1010 до 1080 кг/м^3 и более.

3. Электропроводность находится в прямой зависимости от минерализации вод. Пластовые воды являются электролитом.