



Национальный исследовательский университет
Российский государственный университет нефти и газа
имени И. М. Губкина
Центр инновационных компетенций (ЦИК)

Проект «Инженерный класс в Московской школе»

Инженерное дело в технологической цепочке нефтегазового комплекса

Докладчик:

Голунов Никита Николаевич,

*к.т.н., проректор по дополнительному профессиональному образованию,
доцент кафедры проектирования и эксплуатации газонефтепроводов*

E-mail: golunov.n@gubkin.ru

Москва, 17 мая 2017

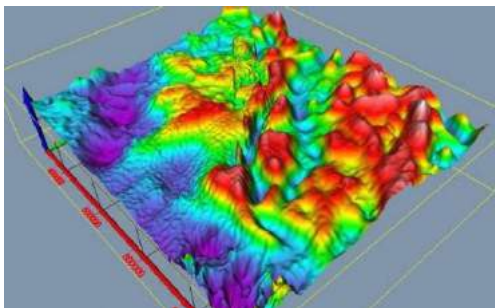
Кто такой инженер?



Области инженерной деятельности в структуре нефтегазового комплекса



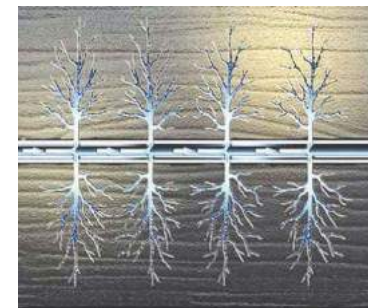
геология



геофизика



бурение



ГРП



буровая вышка



морская платформа



добыча



трубопроводы



танкеры



переработка



промбез



экология

Кто такой инженер?

Инженёр (фр. *ingénieur* – от лат. *ingenium* – способности, изобретательность) – специалист, осуществляющий инженерную деятельность.

Инженер -



... нефтяник



... геолог



... буровик



... разработчик



... транспортник



... переработчик



... строитель



... эколог

и пр. и пр. и пр.

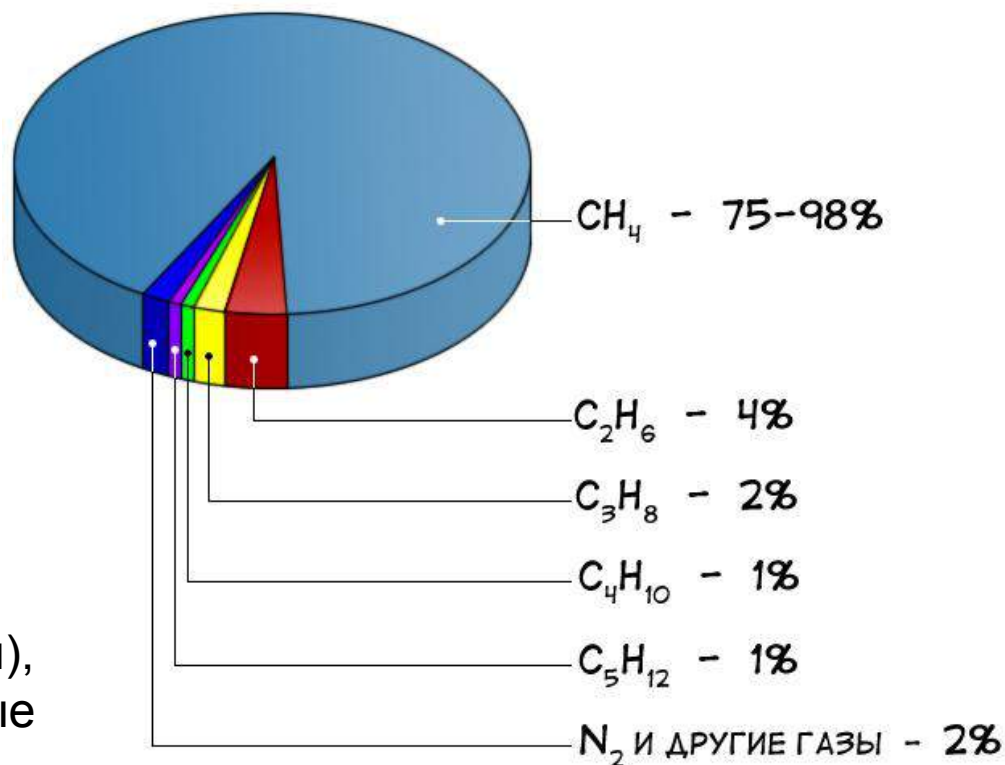
Что такое углеводороды ?

Компоненты нефти



- ✓ парафины (алканы),
- ✓ нафтенy (циклоалканы),
- ✓ ароматические соединения (арены),
- ✓ кислородные, азотистые, сернистые соединения,
- ✓ смолисто-асфальтеновые вещества,
- ✓ минеральные вещества.

Компоненты природного газа



Подземные месторождения и природные проявления нефти и газа



Традиционное месторождение Ярегское месторождение

Нефтеносные пески



Битуминозные озера



Грязевые вулканы



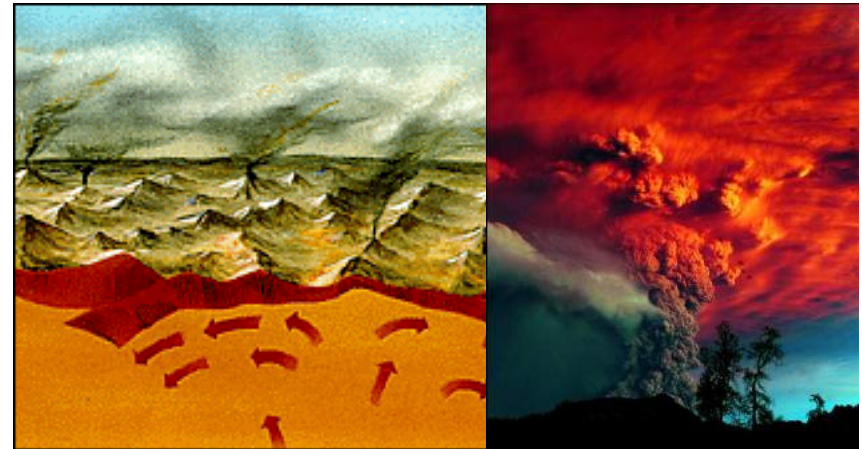
Открытое горение

Основные гипотезы образования нефти

Органическая
(осадочно – миграционная,
биогенная)

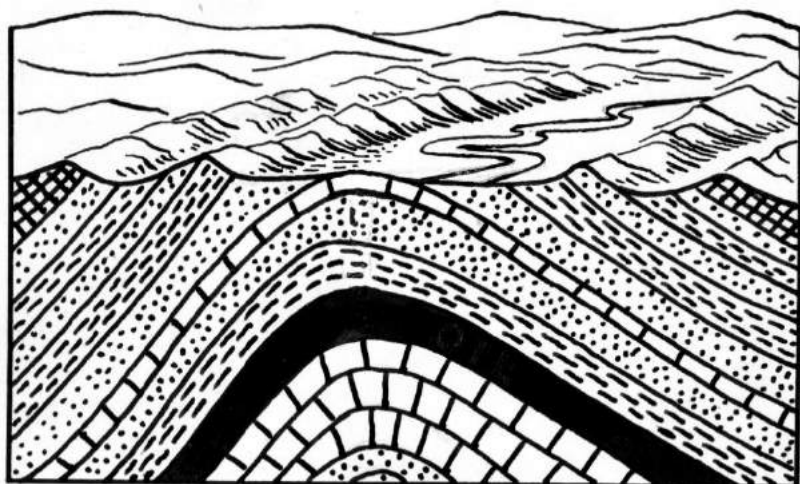


Неорганическая
(абиогенная)



Поиск и разведка месторождений нефти и газа.

Породы (коллекторы и покрышки)



Антиклиналь – форма залегания горных пород. Представляет собой выпуклый изгиб последовательно напластованных слоев, при котором внутренняя часть складки, или ее ядро, сложена более древними породами, а внешняя – более молодыми.



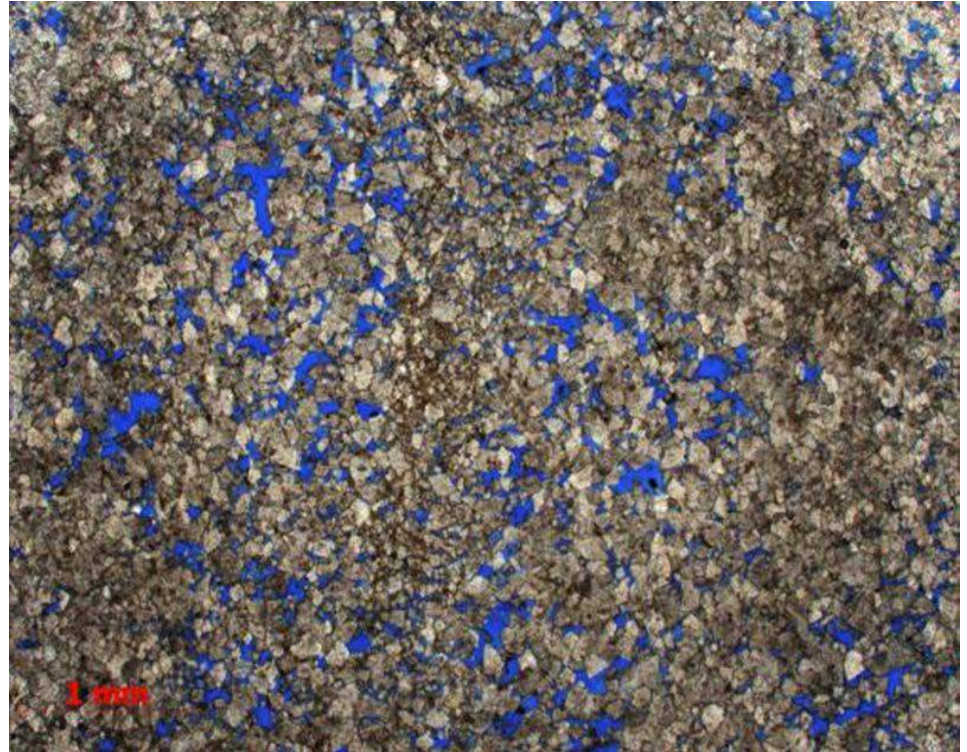
Коллекторы нефти и газа - горные породы, которые обладают емкостью, достаточной для того, чтобы вмещать УВ (нефть, газ, газоконденсат), и проницаемостью, позволяющей отдавать их в процессе разработки



Флюидоупор – непроницаемое для УВ породное тело. Наилучшими экранирующими свойствами обладают соли, ангидриты и глины. Флюидоупоры, перекрывающие залежь нефти, называют покрышками.

Поиск и разведка месторождений нефти и газа.

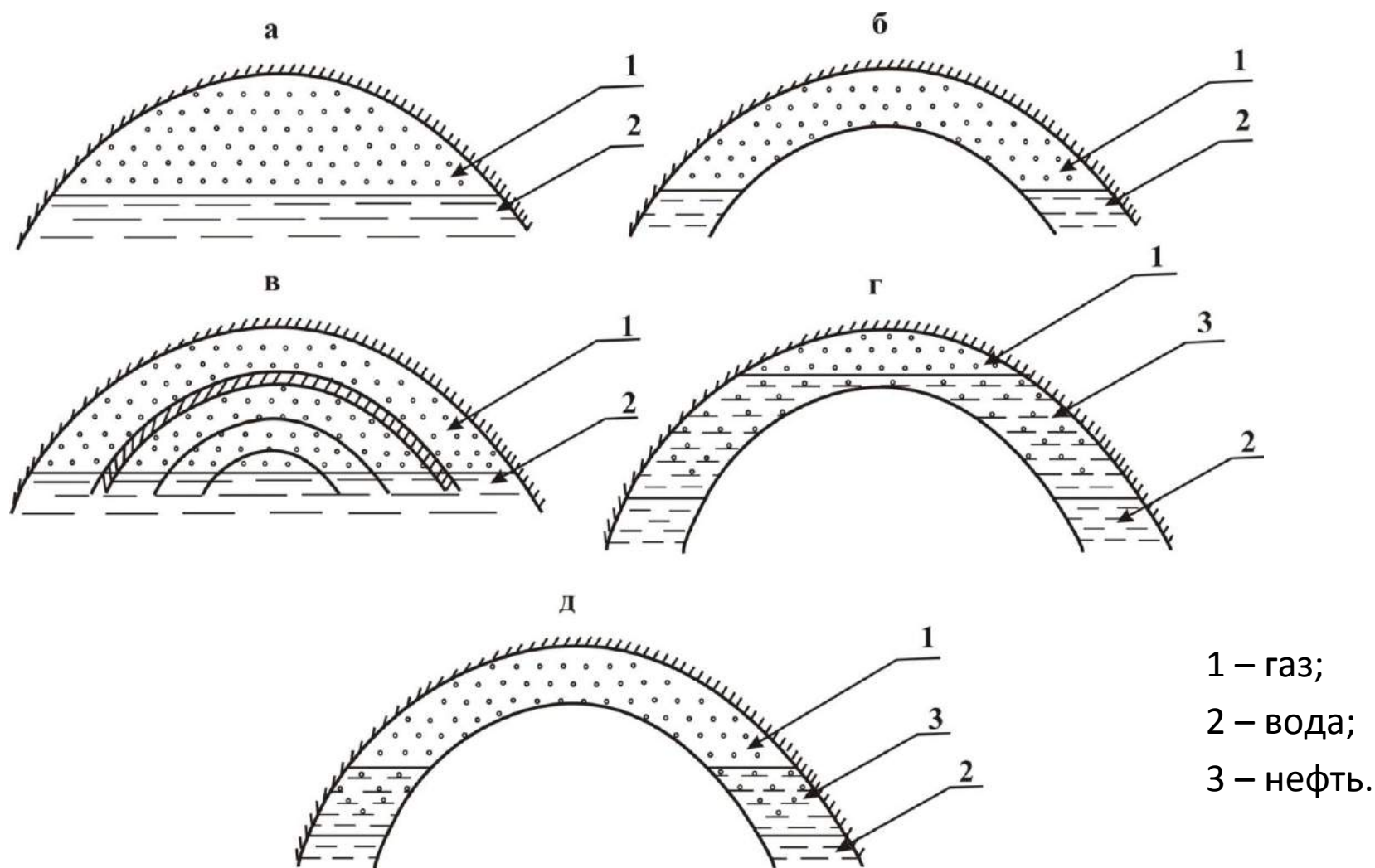
Пористость пород



Пустоты в породе

Поиск и разведка месторождений нефти и газа.

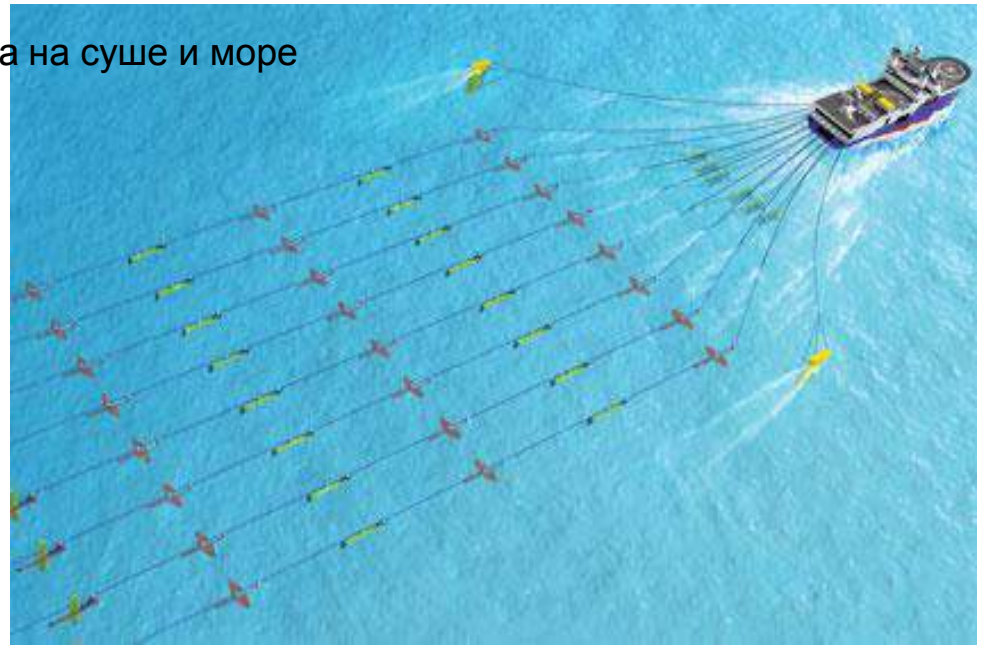
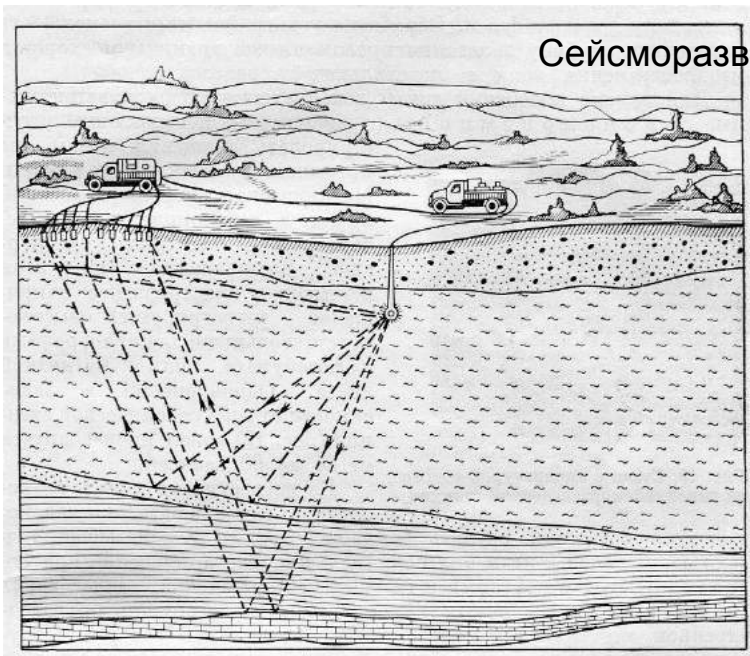
Типы залежей



а – массивная газовая (газоконденсатная); б – пластовая газовая (газоконденсатная);
в – смешанная массивно-пластовая газовая; г – массивная газонефтяная;
д – пластовая газонефтяная;

Поиск и разведка месторождений нефти и газа.

Основные технологии



- ✓ Изучение космоснимков
- ✓ Геологическая съемка
- ✓ Поиск естественных выходов УВ на поверхность
- ✓ Бурение опорных скважин
- ✓ Разведочное бурение
- ✓ Геофизические исследования скважин
- ✓ Исследования керна
- ✓ Построение 3D – моделей пласта

Бурение скважин на нефть и газ



- Из докладной записке заместителя Кавказа графа Воронцова от 14 июля 1848 г.: «... на Биби-Эйбате пробурена скважина, в которой найдена нефть»
Это была первая нефтяная скважина в мире!

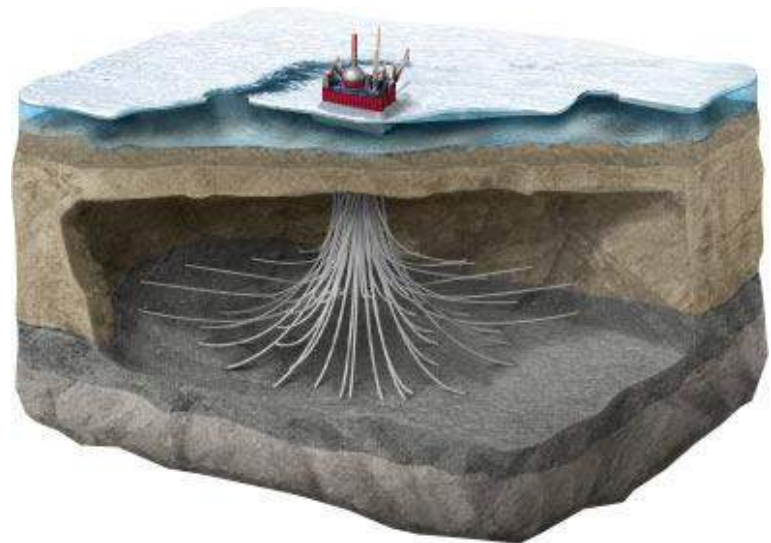
- **Первая нефтяная скважина в США** была пробурена под руководством Э. Дрейка в **1859 г.** (штат Пенсильвания)
- **В 1897 г.** в Тихом океане (шт. Калифорния, США) впервые было осуществлено **первое бурение на море.**

Бурение скважин на нефть и газ

Основные задачи



- ✓ Для бурения используют буровые установки весом около 1000 тонн
- ✓ Наверху буровой вышки подвешена лебедка с гигантским крюком с огромным электродвигателем («верхний привод»), который может вращать буровой инструмент и колонну бурильных труб



Бурение скважин на нефть и газ. Многоствольная скважина с разветвлённым окончанием на месторождении TROLL (Норвегия)

Характеристика многоствольной скважины:

- 8 стволов, в т.ч. 5 обсаженных колонной
- 5 522 м длина горизонтальной секции
- 13 600 м общая длина вскрытого коллектора



Бурение скважин на нефть и газ

Основные этапы



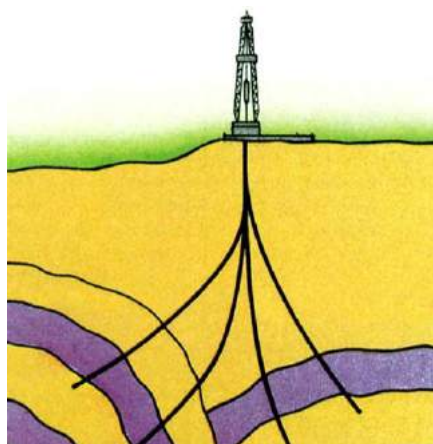
Бурение



Промывка ствола
(буровой раствор)



Крепление ствола (обсадные
трубы, наращивание труб)



Проводка скважины,
геонавигация, бурение
боковых стволов



Установка фонтанной арматуры и
вскрытие пласта, добыча «флюида»



Сбор и подготовка
скважинной продукции

Бурение скважин на нефть и газ

Бурение и породоразрушающий инструмент

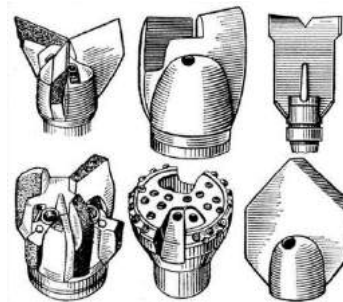


Долото предназначено для концентрированной передачи энергии горной породе на забое скважины для ее разрушения и формирования ствола скважины



Шарошечные

- Механическое бурение породоразрушающими инструментами
- Гидродинамическое бурение
- Термическое, огневое бурение
- Термомеханическое бурение
- Электротермическое бурение
- Взрывное бурение



Лопастные



Комбинированные

Добыча нефти и газа.

Классификация месторождений

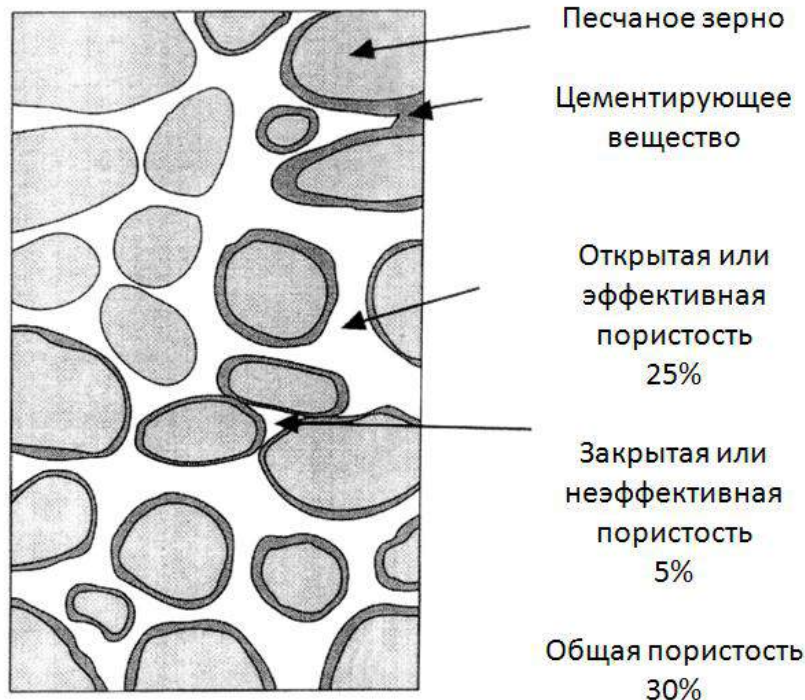


1. Газовые
2. Нефтяные
3. Газоконденсатные
4. Нефтегазовые
5. Газонефтяные
6. Нефтегазоконденсатные
7. Газогидратные

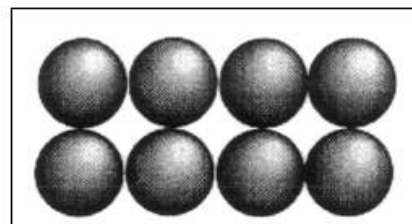


Добыча нефти и газа.

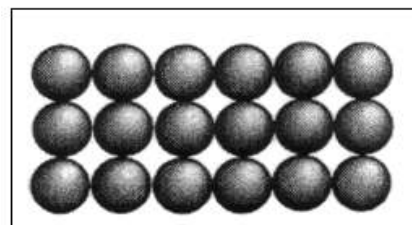
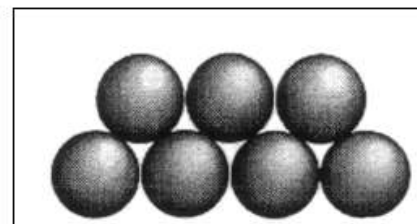
Пористость и коэффициент пористости



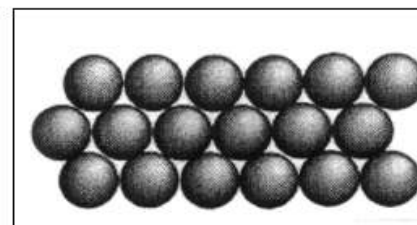
Пористость – совокупность пор, заключенных в горных породах. Образец породы, способный содержать в себе флюиды в основном состоит из минералов, а нефтью или газом занята только лишь незначительная доля пространства между зернами породы.



Структура со сферами большого диаметра



Структура со сферами малого диаметра



Кубическое расположение сфер
Пористость 48%

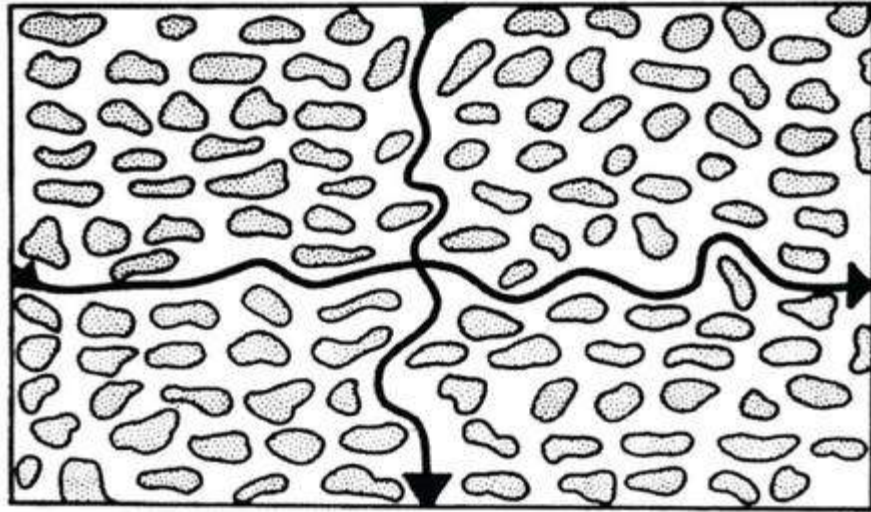
Ромбоздрическое расположение сфер
Пористость 26%

Коэффициент пористости - это отношение объема этих пустот к объему, занимаемому образцом.

Добыча нефти и газа.

Проницаемость горных пород и насыщенность

Очень мелкие зерна неправильной формы



Проницаемость – способность породы пропускать через себя жидкости или газы при наличии перепада давления. Впервые изучение проницаемости пористых грунтов проводил Генри Дарси в 1856 году.

Насыщенность – различные участки пласта могут содержать нефть, воду и газ одновременно. Коэффициент насыщенности – это отношение объема каждого из флюидов к объему пустотного пространства. Сумма всех насыщенностей должна быть 100%. Результаты анализа свойств пород являются исходными данными для планирования разработки месторождений нефти и газа

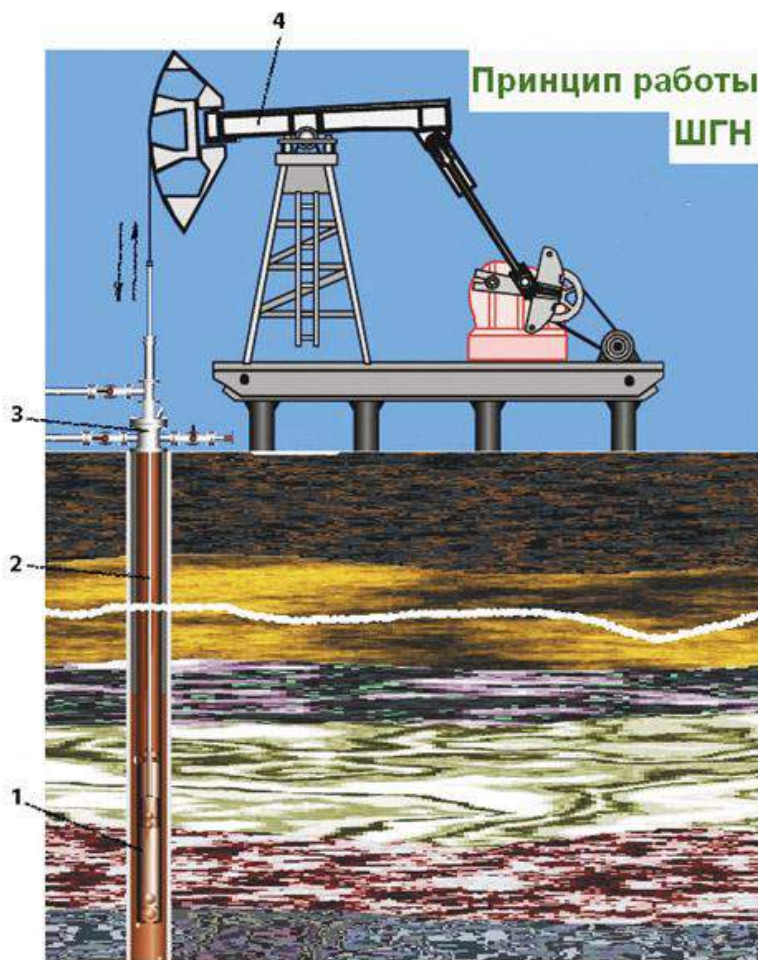
Добыча нефти и газа.

Схемы добычи и первичной подготовки углеводородного сырья

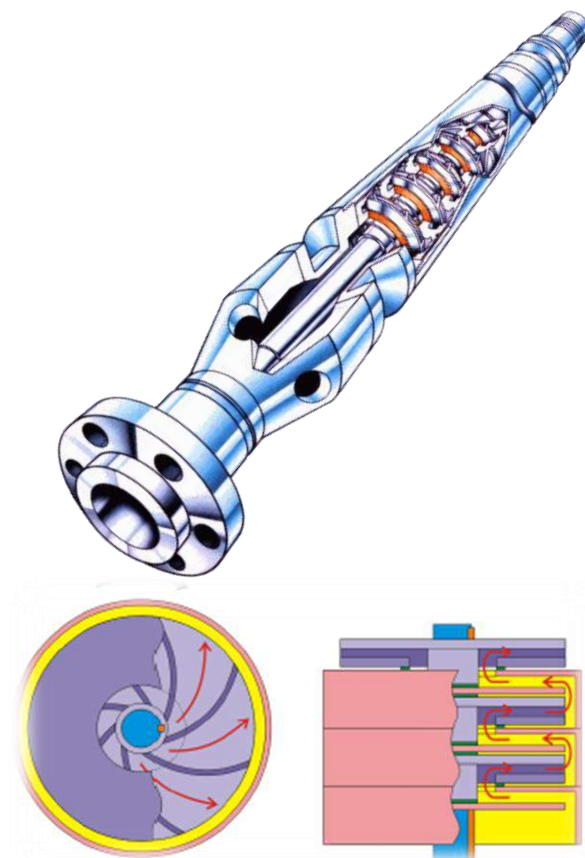
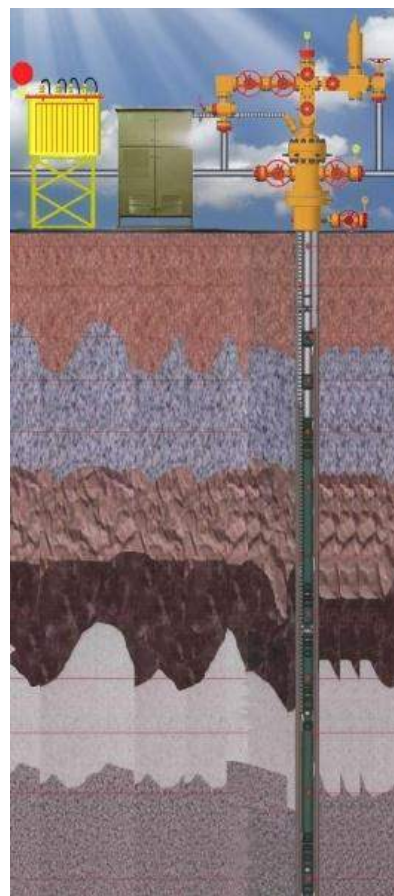


Добыча нефти и газа.

Скважинная штанговая насосная установка и установка электроцентробежных насосов



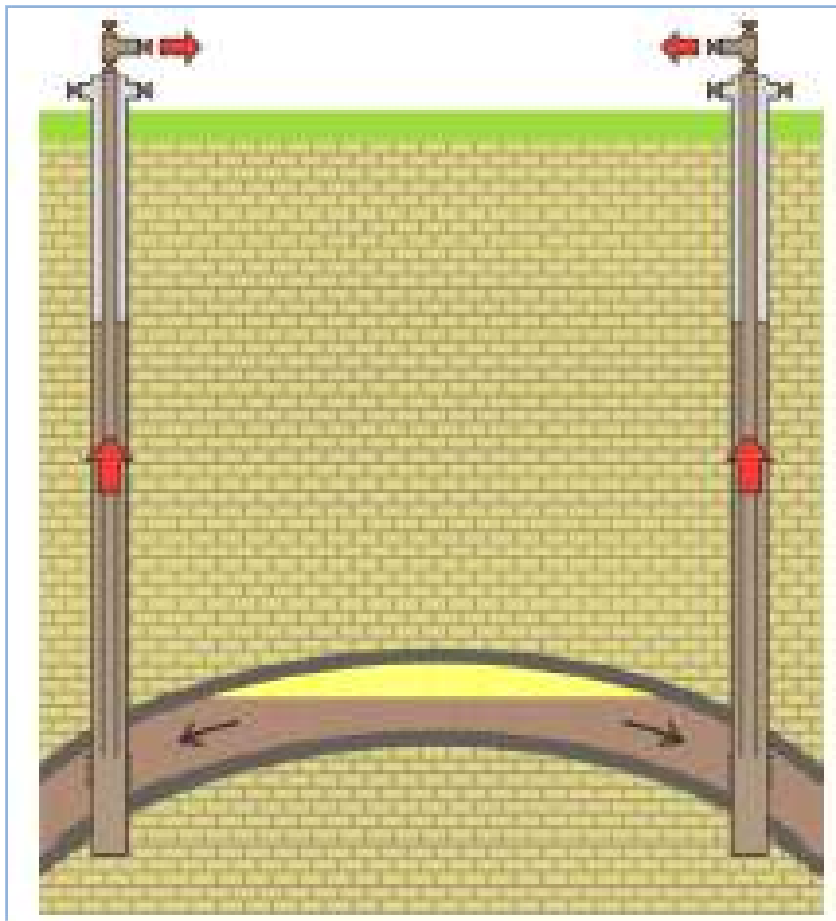
- 1 - штанговый глубинный насос (ШГН);
- 2 – штанга;
- 3 - устьевые элементы;
- 4 - баланси́р станка - качалки



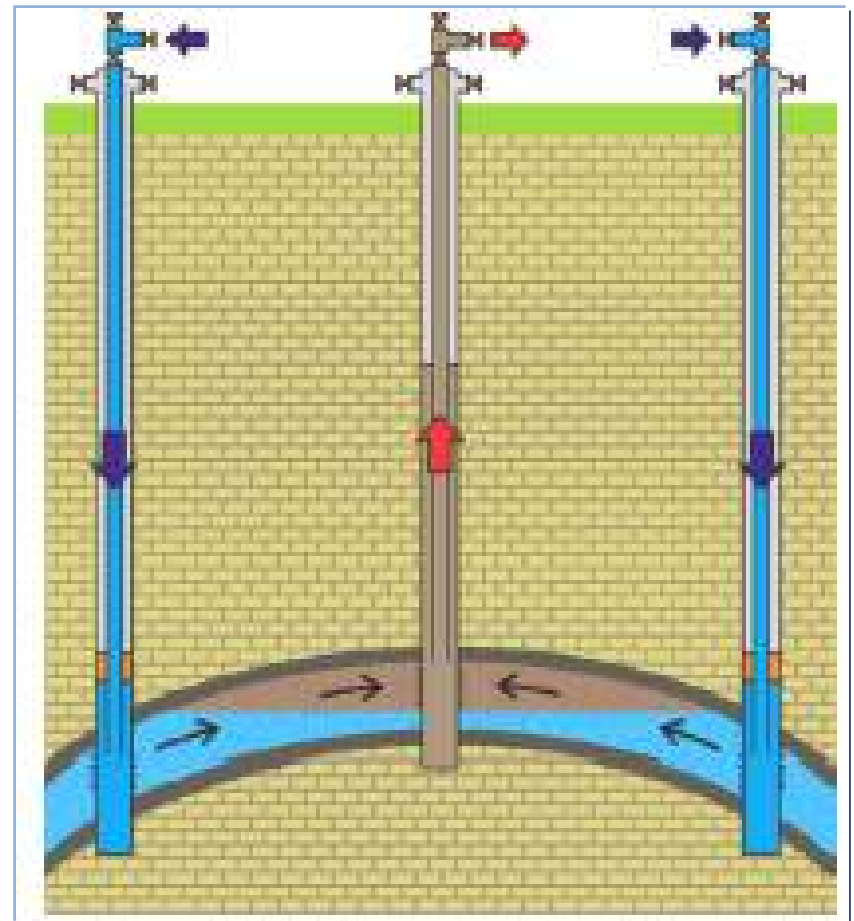
Установками погружных электроцентробежных насосов в настоящее время добывается более 75% всей нефти в стране. На многих месторождениях это единственный из способов механизированной добычи нефти, т.к. энергии пласта недостаточно, чтобы вытолкнуть нефть из ствола скважины на поверхность – ей помогает насос.

Добыча нефти и газа.

Естественный и искусственный режим нефтедобычи



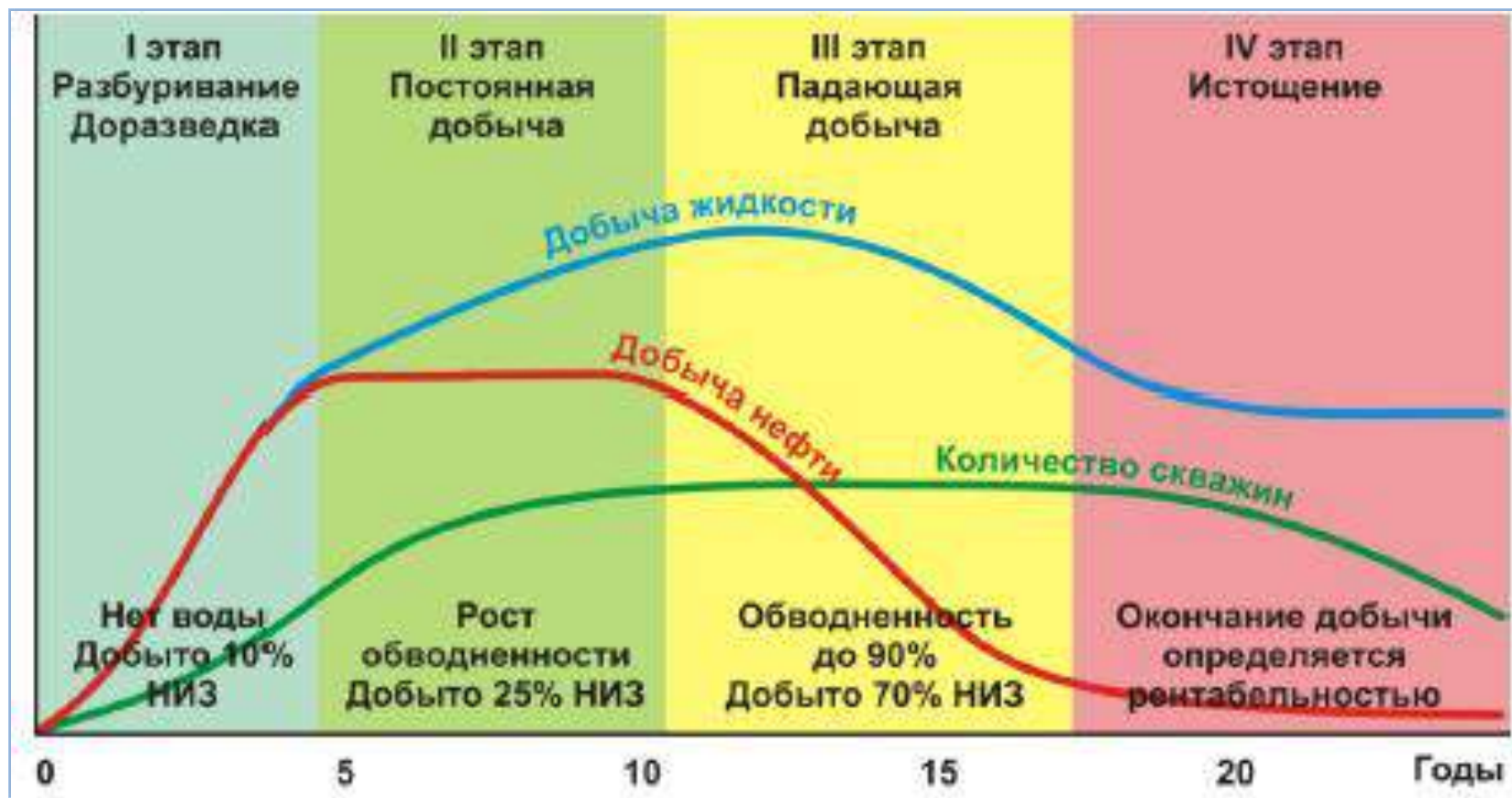
Нефть может вытесняться из залежи за счет давления воды, поступающей из законтурной области (естественный водонапорный режим разработки).



Для замещения добытой нефти можно также использовать воду, нагнетаемую с поверхности (искусственный режим или заводнение). Заводнение – это основной способ разработки месторождений в России.

Добыча нефти и газа.

Периоды разработки нефтяных месторождений



НИЗ – начальные извлекаемые запасы

От правильности выбранного технологического режима эксплуатации скважин зависит объем капитальных вложений на разбуривание, объем эксплуатационных затрат, а также надежность добычи газа на месторождении.

Способы транспортировки углеводородов



водный



трубопроводный



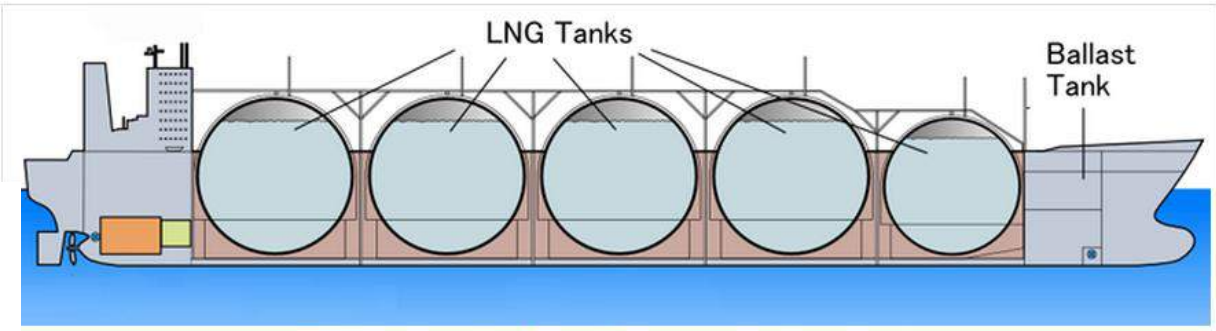
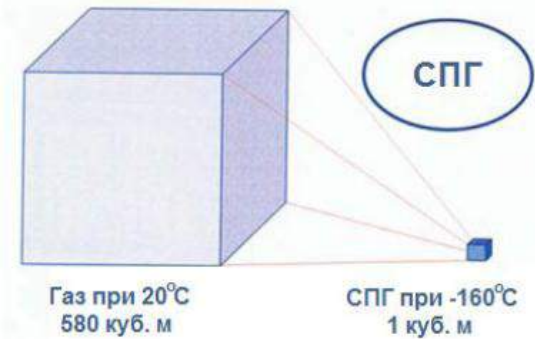
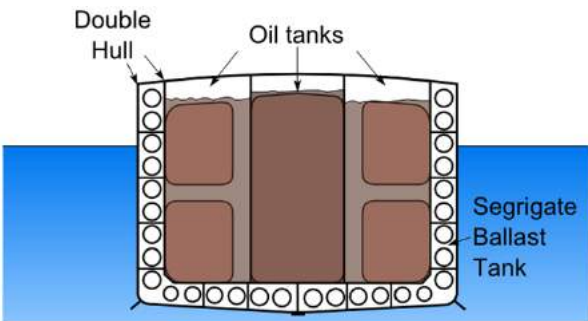
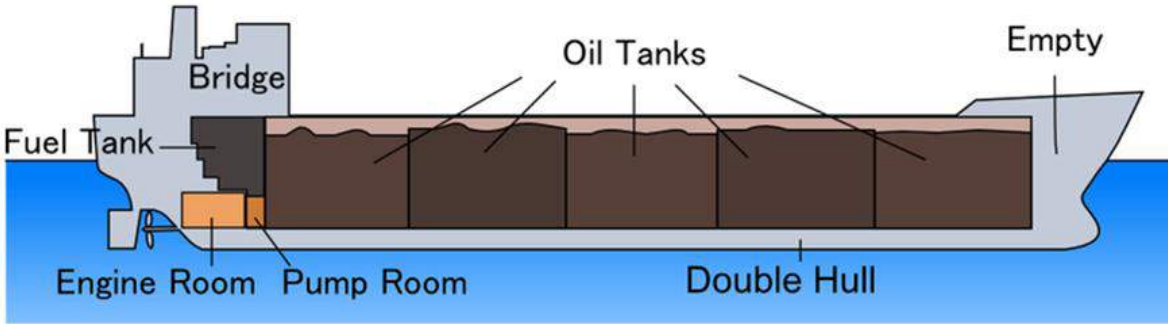
железнодорожный



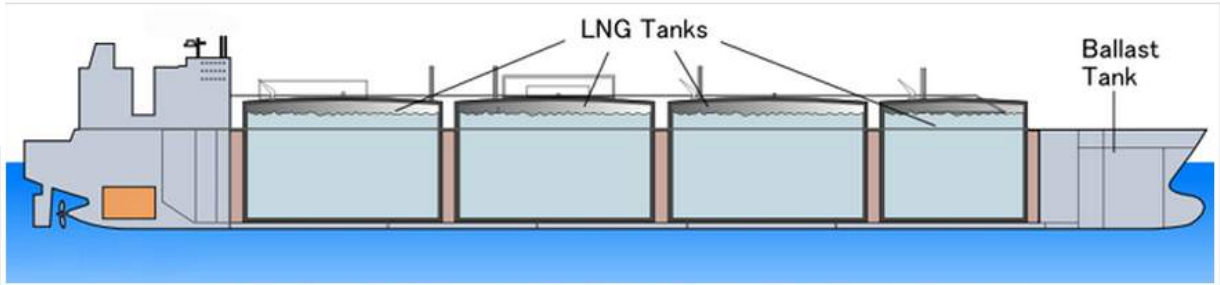
автомобильный

Водный транспорт углеводородов.

Суда для перевозки нефти, нефтепродуктов и газа



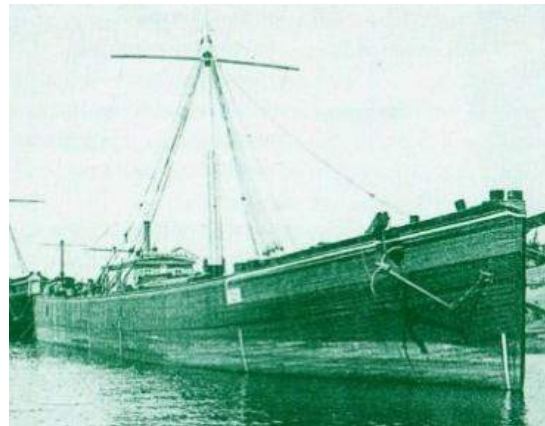
СПГ-танкер типа Moss (сферические резервуары)



СПГ-танкер GazTransport & Technigaz (мембранные конструкции)

Транспорт и хранение углеводородов. История морских перевозок

В середине XIX в. нефть доставляли в деревянных бочках на парусных шхунах из Баку в Астрахань. Нефть «грузили» с помощью ручного насоса. За сезон суда с бочками делали тах 6 рейсов.



1873 – братья Артемьевы осуществили первую в мире перевозку нефти на шхуне «Александр», установив на нее металлическую цистерну. За сезон – 8 рейсов.
1878 – впервые применили паровой насос, за сезон – 14 рейсов



1878 – Братья Роберт и Людвиг Нобели строят на шведской верфи по русскому проекту первый танкер «Зороастр» наливом 240 тонн для керосина и скоростью 10 узлов – (длина – 60 м, ширина – 9 м).
1885 – танкер «Свет» на Черном море (длина – 89 м, ширина – 12 м; 8 грузовых танков; осадка – 4,5 м)

Итогом «революции» транспорта стал рост перевозок:
1874 – 10 млн.пуд. нефти (в бочках);
1884 – 50 млн.пуд. нефти (в баржах);
1894 – 208 млн.пуд. нефти (в баржах, тепловым насосом).



Нефтеналивной причал в Новороссийске, конец XIX в.

Транспорт углеводородов по магистральным трубопроводам

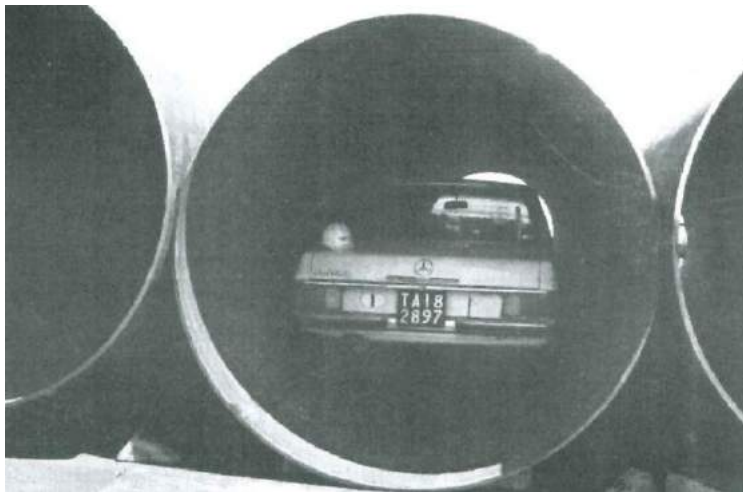


Основной вид труб – стальные трубы.

Состав сталей определяется требованиями к максимально допустимому давлению, а производство труб – технико-экономической целесообразностью их применения.

Трубы – стальные бесшовные, электросварные прямошовные, спиралешовные.

Основной способ прокладки – подземный. Существуют участки подводных и воздушных переходов.



Кон.1967 г. – предложение об увеличении диаметра до 1620, 2020 и 2520 мм (увеличивается металлоемкость и пропускная способность, но снижается стоимость транспортировки на 10%).

*Опытные трубы диаметром 2520 мм
на Международной выставке
«Интергаз-70» в Москве*

Транспорт углеводородов по магистральным трубопроводам

Сравнение толщины стенки морского трубопровода и брони танка

Критерии определения толщины стенки морского трубопровода:

- ✓ Несущая способность трубопровода (способность выдержать внутреннее давление)
- ✓ Компенсация продольных и поперечных напряжений
- ✓ «Противокоррозионный» запас на внутреннюю и внешнюю среду
- ✓ Компенсация напора внешнего столба жидкости (способность выдержать давление воды)

Танк Т-34 толщина брони – 45 мм (1941 год)
– 70 мм (1944 год)

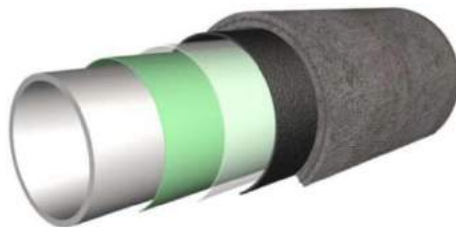


Танк Т-90 толщина брони – до 150 мм (лоб)
– 70 мм (корпус)



Газопровод «Северный поток»

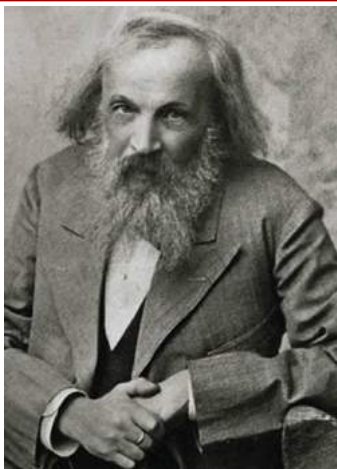
Длина секции трубы – 12 м
Диаметр трубы – 1153 мм
Толщина стенки – до 41 мм
Толщина бетонного покрытия – до 110 мм
Проектное давление – до 220 атм.



Газопровод «Южный поток»

Длина секции трубы – 12 м
Диаметр трубы – 813 мм
Толщина стенки – до 39 мм
Толщина бетонного покрытия – до 50 мм
Проектное давление – до 284 атм.

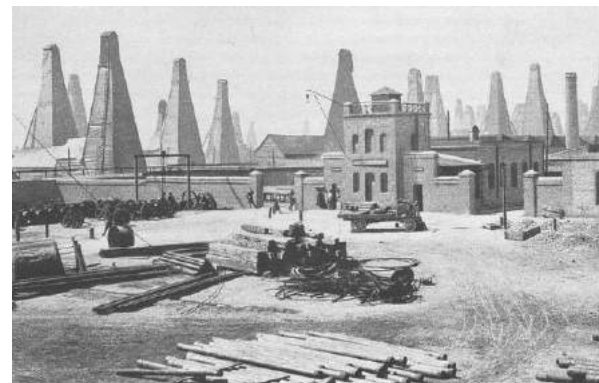
Транспорт нефти. Истоки



«Необходимо покровительствовать всеми способами возникновению нефтяной промышленности не только во многих местностях Кавказа, где есть нефть, но и в других местах России, где она, несомненно, имеется в большом изобилии»

(Д.И. Менделеев)

В 1863 Д.И. Менделеев писал бакинскому промышленнику В.А. Кокореву: *«... устроить от нефтяных колодцев к заводу и от завода к морю – на расстоянии всего верст в 30 – особые трубы для проведения нефти, как на завод, так и на морские суда...»*



**Стоимость добычи пуда (16 кг) нефти в районе Баку – 3 коп.
Стоимость транспортировки гужевым способом на 10 км
(от промысла до Черного города) – 20 коп.**

1865 компания «Standart oil» (Дж. Рокфеллера) в США построила первый в мире нефтепровод диаметром 50 мм и длиной 6 км.



В 1865 Д.И. Менделеев написал: *«Американцы словно подслушали: и трубы подвели, и заводы учредили не подле колодцев, а там, где рынки, и сбыт, и торговые пути»*

Транспорт газа. Истоки



Использование светильного газа:

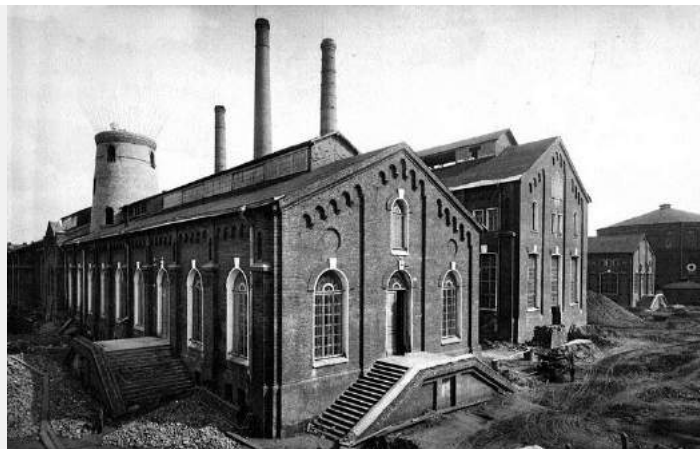
1809 – Лондон, 1820 – Париж, 1826 – Берлин.

1835 – Санкт-Петербург, первый газовый завод, который производил светильный газ из угля.

1865 – начало газового освещения в Москве (на этот момент улицы освещали 9213 керосиновых фонарей)



Разрез уличного фонаря газового освещения, XIX в.



В 1853 львовские аптекари Йоганн Зег и Игнаци Лукасевич изобрели керосиновую лампу и способ получения керосина из нефти – крекинг.



Уголь для газовых заводов доставлялся из Англии до Санкт-Петербурга, затем по железной дороге в Москву. Уголь без доступа воздуха накаливался в печах до 1100 °С. Из тонны угля получали 300÷400 м³ газа.

Трубопроводы, по которым транспортировался светильный газ от газового завода в Москве, были выполнены из чугуна и имели диаметр 24 '' (600 мм) и 36 '' (900 мм).

К 1905 сложилась инфраструктура:

в Санкт-Петербурге:

- 2 газовых завода;
- 283 версты (302 км) труб-дов;
- 6 300 уличных фонарей.

в Москве:

- 1 газовый завод;
- 215 верст (229 км) труб-дов;
- 8 700 уличных фонарей.

Транспорт, хранение и переработка углеводородов. Вклад В.Г. Шухова



Шухов Владимир Григорьевич (1853 -1939)

- ✓ 1874 – изобретение форсунки
- ✓ 1878 – по заказу товарищества «Бранобель» построил первый российский нефтепровод Балаханы – Черный город. *Нефтепровод (длина 10 км и диаметр 3 дюйма – 7,62 см). Стоимость транспортировки снизилась в 5 раз. При затратах 10 тыс. фунтов стерлингов, трубопровод окупился за год.*
- ✓ 1878 – первый клепаный стальной резервуар для нефти;
- ✓ 1879 – первый в мире мазутопровод с подогревом;
- ✓ 1891 – изобретение установки термического крекинга нефти;
- ✓ 1906 – магистральный нефтепровод Баку – Батуми (883 км, диаметр 204 мм, 16 НПС, пропускная способность 900 тыс.т)



Бари Александр Вениаминович (1847 -1913)



Клепанный резервуар Шухова на ж/д станции в г.Владимир

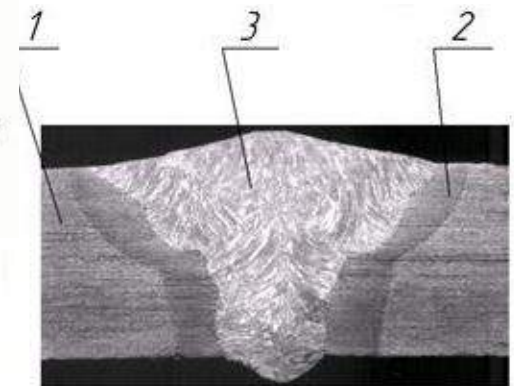
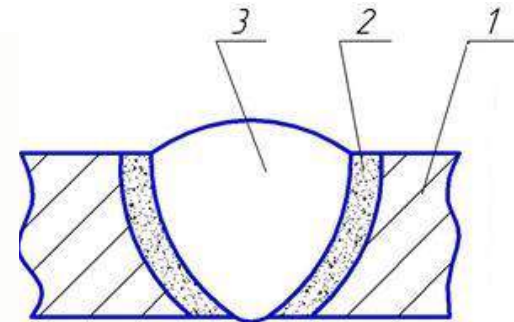


Особенность резервуаров В.Г. Шухова – низкая металлоемкость и, как следствие, себестоимость. Так, толщина стенки резервуаров (при одинаковом строительном номинале):

- ✓ в США – 6,35 мм;
- ✓ в Германии – 5 мм;
- ✓ у В.Г. Шухова – менее 4 мм.



Сварка – технологический процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их нагревании, пластическом деформировании или совместном действии того и другого (>150 видов сварки).



1. Основной металл
2. Зона термического влияния
3. Сварной шов

Формы сварных швов

Применение сварки в нефтегазовом комплексе



Разворачивание рулона



Сварка горизонтального шва
стенки резервуара



«Мокрая» сварка – электрическая дуга создает вокруг области сваривания газовый пузырь, который образуется в результате испарения воды и выделения продуктов горения. Ток индуцирует перенос капель металла от электрода к свариваемой поверхности. Электроды пропитаны специальным составом, который предотвращает их намокание.



Сварка в искусственной атмосфере – область сварки изолируется от воды кессоном, из которого откачивается вода и создается избыточное давление воздуха. Сварщик может контролировать процесс сварки находясь внутри камеры, либо снаружи через специальное смотровое окно.

Борьба с асфальтено-смоло-парафиновыми отложениями (АСПО)



Асфальтено-смоло-парафиновые отложения – тяжелые компоненты нефти, отлагающиеся на внутренней поверхности нефтепромыслового оборудования и затрудняющие ее добычу, транспорт и хранение.



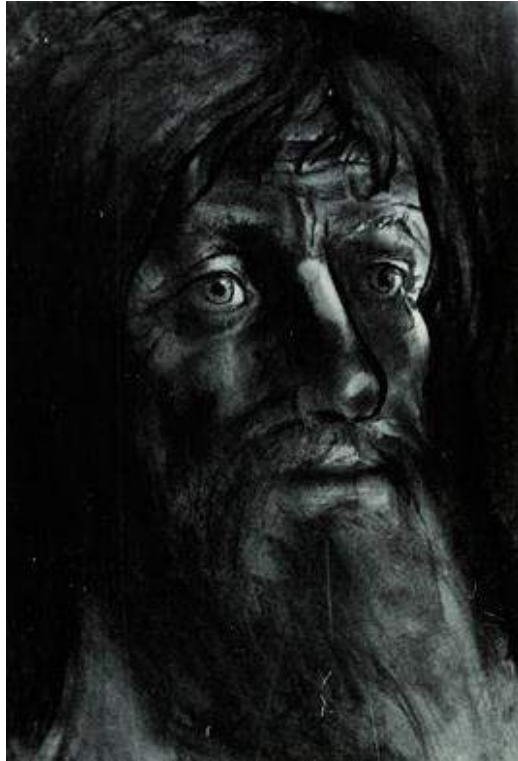
Способы предотвращения:

- ✓ Ингибирование
- ✓ Нагревательные кабельные линии
- ✓ Антиадгезионные покрытия внутренней поверхности



Способы очистки трубопроводов:

- ✓ Запуск скребков
- ✓ Промывка теплоносителями
- ✓ Точечный нагрев



Приоритет начала нефтепереработки заводским способом принадлежит нашей стране: в 1745 г. архангелогородец Фёдор Савельевич Прядунов получил разрешение начать добычу нефти со дна реки Ухты и построил примитивный нефтеперегонный завод, хронологически – первый в мире.



После прямой гонки бакинской нефти в XIX в. выход керосина составлял около 30%, а оставшиеся «нефтяные отбросы» сливались в море или сжигались.

Использование нефти и газа. В древние времена...



СТРОИТЕЛЬСТВО

«И стали у них кирпичи
вместо камней, а
земляная смола вместо
известняков...» (Библия)



МУМИФИЦИРОВАНИЕ и ЛЕКАРСТВО



ОРУЖИЕ (греческий огонь)

Использование нефти и газа. В наши дни...





Использование природного газа



Использование природного газа в быту



Приготовление пищи



Обогрев помещений



Транспорт
(пропан-бутан, компримированный газ,
сжиженные газы)



Прочие нужды

Другие аспекты нефтегазового комплекса



Экологическая безопасность и охрана окружающей среды



Промышленная безопасность и охрана труда



Автоматизация, информационные технологии, диспетчеризация



Нефтегазовое машиностроение



Национальный исследовательский университет
Российский государственный университет нефти и газа
имени И. М. Губкина
Центр инновационных компетенций (ЦИК)

Спасибо за внимание

Готов ответить на Ваши вопросы

Докладчик:

Голунов Никита Николаевич,

*к.т.н., проректор по дополнительному профессиональному образованию,
доцент кафедры проектирования и эксплуатации газонефтепроводов*

E-mail: golunov.n@gubkin.ru