

# Переработка нефти и газа

## Транспорт нефти и газа

# Цели курса

- Дать общую целостную картину процесса нефте-газо-переработки
- Дать общую целостную картину процесса транспорта нефти и газа
- Познакомить с базовой двуязычной терминологией нефте-газо-переработки и транспорта нефти и газа
- Познакомить с некоторыми особенностями перевода в нефтегазовой сфере

# Содержание курса

- Часть 1. Добыча и подготовка нефти и газа
- Часть 2. Некоторые особенности перевода в нефтегазовой отрасли
- Часть 3. Переработка нефти и газа
- Часть 4. Транспорт нефти и газа
- Часть 5. Вопросы ОТ, ПБ и ООС

# Часть 1.

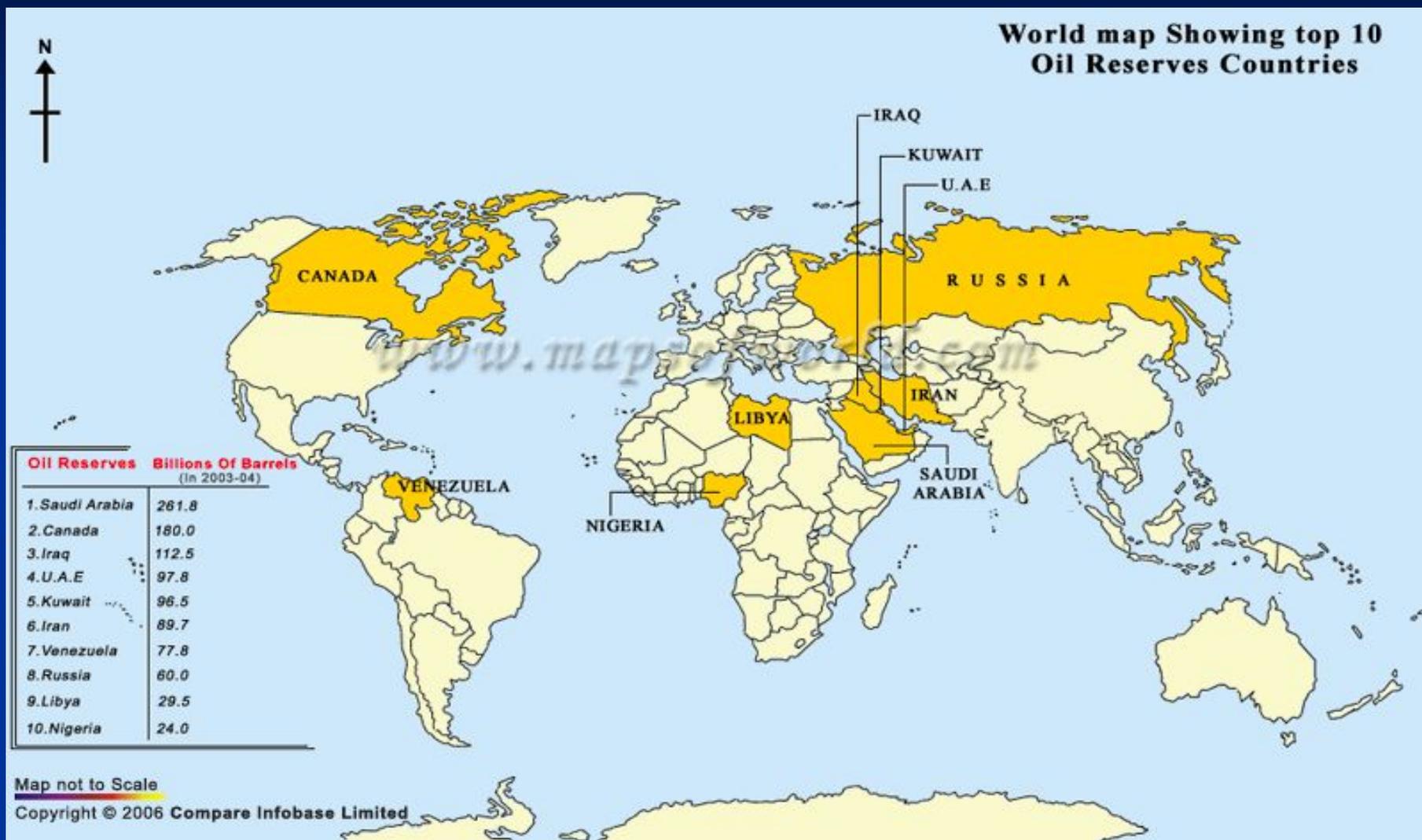
Добыча и подготовка нефти и газа

# Нефтепродукты как точка в цикле

## Upstream – Midstream – Downstream - Petrochemistry

- Upstream
  - Добыча - Production
  - Разведка и добыча – Exploration and Production (E&P)
- Midstream
  - Транспорт(ировка) – трубопроводы – Pipeline Transport
- Downstream
  - Переработка и продажа – Processing and Sales
  - Переработка и торговля – Refining and Sales
- Petrochemistry
  - Нефтехимия

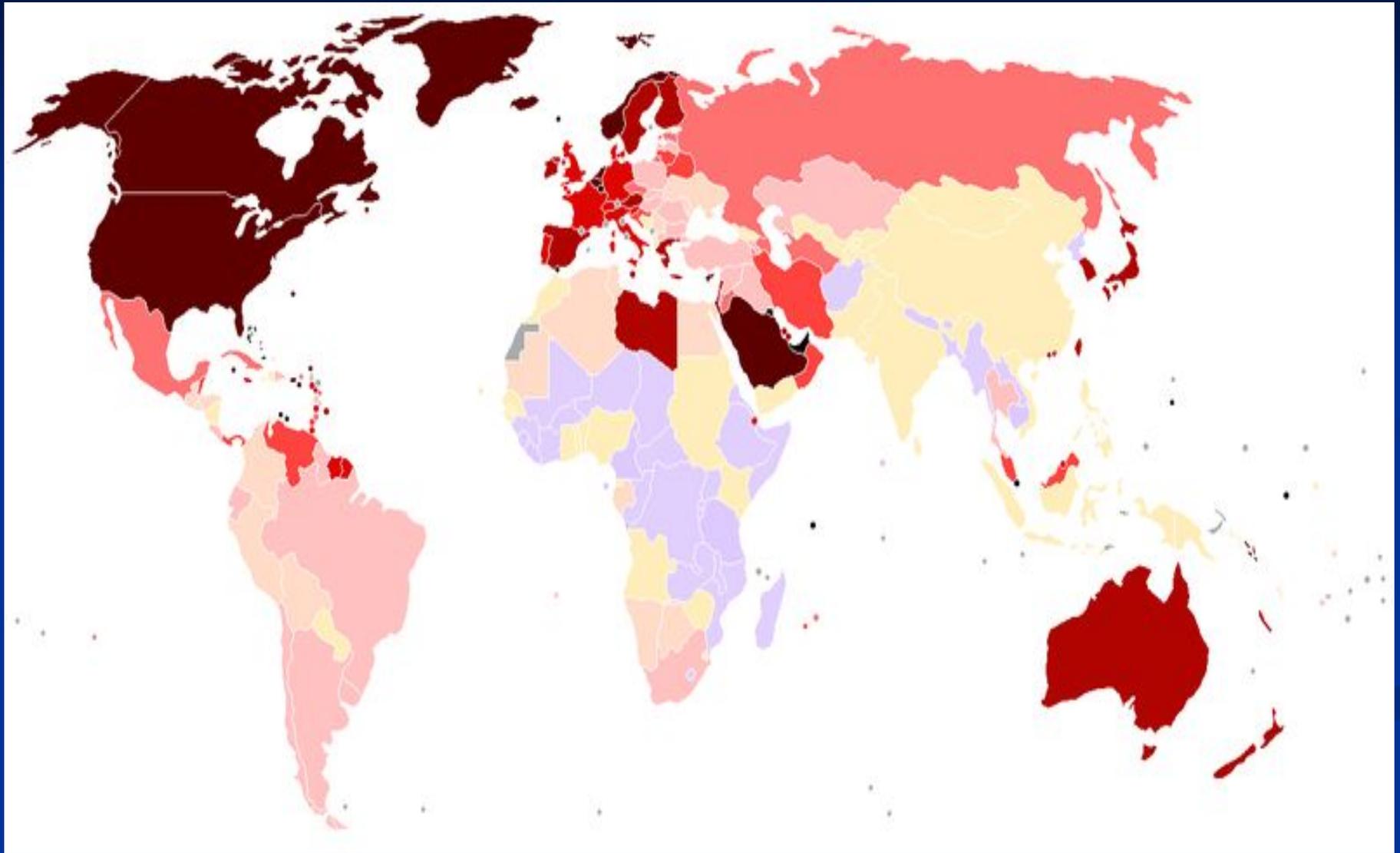
# Мировые запасы нефти



# Марки / сорта нефти – Oil blends

- **Эталонные марки нефти**
  - **West Texas Intermediate** (Западный Техас) · **Brent Crude** (Северное море) · **Dubai Crude** (эмират Дубай)
- **Российские марки нефти**
  - **Urals** · **REBCO** · **Sokol** · **Siberian Light** · **ESPO**
- **Марки нефти корзины ОПЕК**
  - **Arab Light** (Саудовская Аравия) · **Basra Light** (Ирак) · **Bonny Light** (Нигерия) · **Es Sider** (Ливия) · **Girassol** (Ангола) · **Iran Heavy** (Иран) · **Kuwait Export** (Кувейт) · **Merey** (Венесуэла) · **Murban** (ОАЭ) · **Oriente** (Эквадор) · **Qatar Marine** (Катар) · **Saharan Blend** (Алжир)
- **Прочие марки нефти**
  - **Azeri Light** · **BCF 17** · **BTC Blend** · **Fateh** · **Isthmus-34 Light** · **Minas** · **Statfjord** · **Tapis Crude** · **Tengiz** · **Tia Juana Light**

# Потребление нефти



# Oil and Gas Transportation – Транспортировка нефти и газа

- Main Pipelines –
  - магистральные трубопроводы



- Rail tank wagons -
  - железнодорожные цистерны



- Sea and river tankers
  - Морские и речные танкеры



- Tank trucks - автоцистерны



# Petroleum: Oil, Gas and Condensate

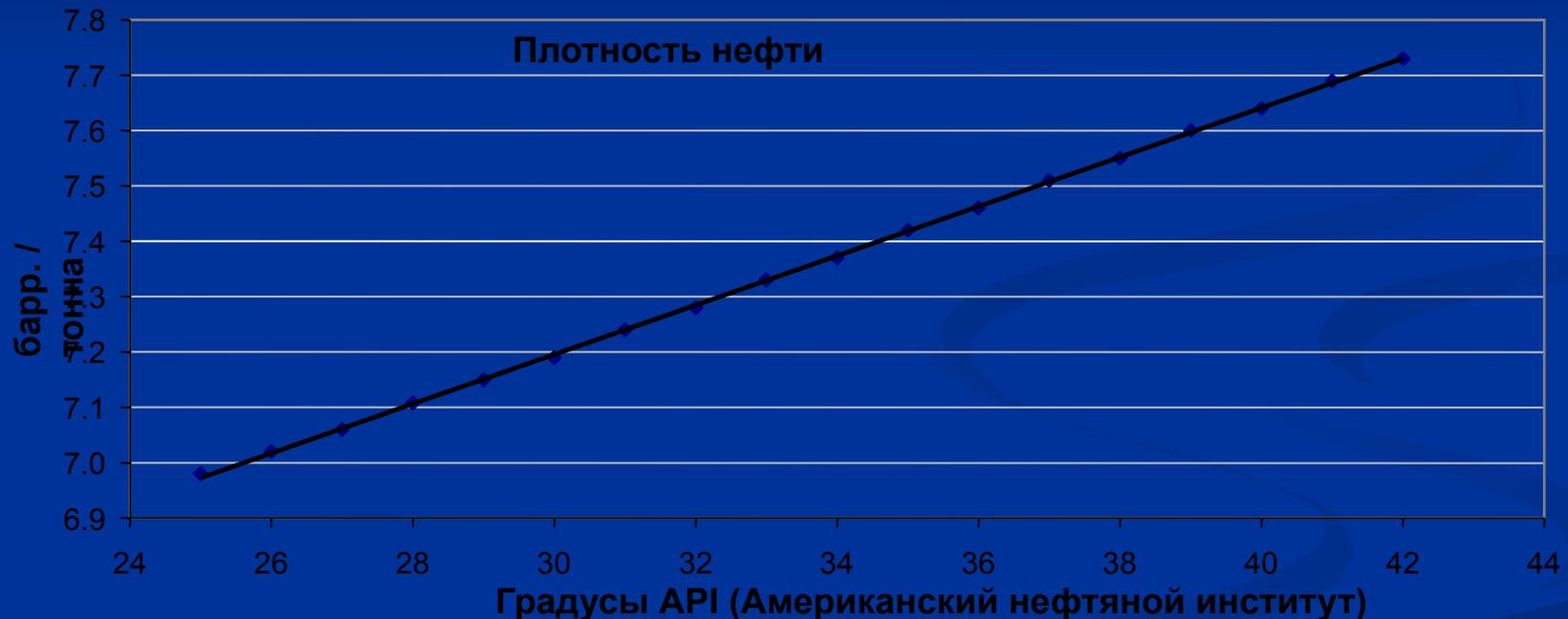
## Нефть: нефть, газ и конденсат

- Углеводороды – hydrocarbons – CH
- Нефть – petroleum
  - Нефть – oil
  - Газ – gas
  - Конденсат – condensate
- Понятие нефть (petroleum) охватывает большую группу жидких, газообразных и твердых углеводородов – соединений **углерода** (carbon) (84%) и **водорода** (hydrogen) (14%), в смеси которых в виде примесей (impurities) входят также **азот** (nitrogen) (< 1%), **кислород** (oxygen) (< 1% - в виде соединений, напр. CO<sub>2</sub>), **сера** (sulphur) (1-3%), **металлы** (metals) (< 1%: никель, железо, ванадий, медь, мышьяк) и **соли** (minerals) (< 1%: хлориды магния, кальция и натрия).

# Плотность нефти – вес vs. объем

1 баррель = 0,16 м<sup>3</sup>

Для перевода объема в массу необходимо знать степень плотности нефти (стандартный физический параметр нефти-сырца)



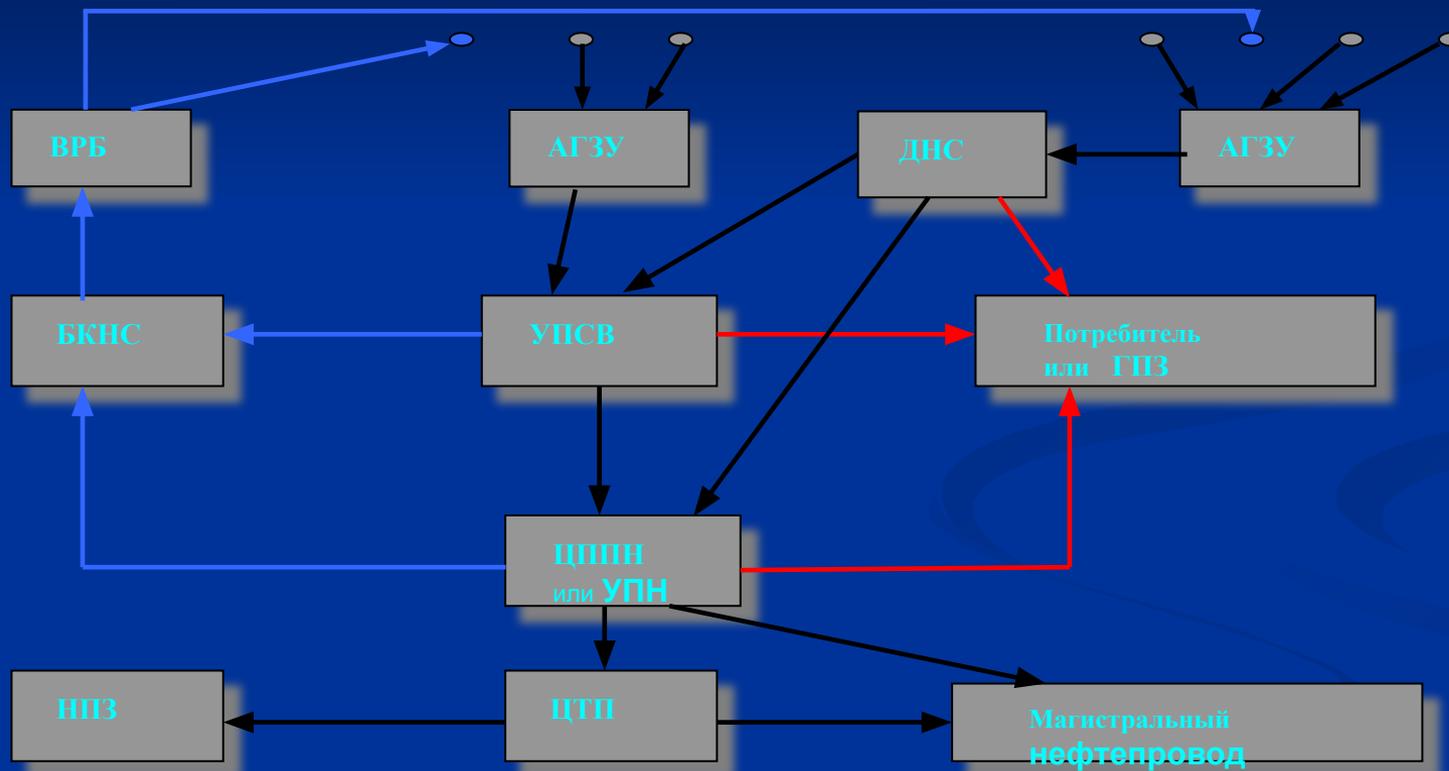
## Почему нефть измеряют в баррелях и тоннах?

- В России и Западной Европе нефть перевозили в танкерах и ж/д вагонах – весовые тарифы
- В Северной Америке транспортировка нефти осуществлялась с помощью трубопроводов – тарифы за объем

# Нефтепромысловые трубопроводы – oilfield pipelines

- Нефтепровод – oil line
- Газопровод – gas line
- Конденсатопровод – condensate pipeline
- Водовод – water line
- Водозабор(ное сооружение) – water intake facility
- Площадочные объекты – plants and installations
- Внутрипромысловый трубопровод – intra-field pipeline
- Выкидная линия – flowline
- Нефтеобор – gathering line

# Промысловая инфраструктура – Field Infrastructure



Газопровод  
Водовод

# Подготовка и сдача

- Подготовка нефти и газа – treatment
- Очистка нефти от мехпримесей, газа, воды, серы
- Очистка газа от воды и конденсата
- Сдача на ГПЗ / НПЗ на переработку или сдача транспортникам для доставки потребителям в виде сырья

Часть 2.  
Некоторые особенности

# Особенности перевода в отрасли

- Широта области знания: миллионы видов/типов/моделей насосов/турбин/задвижек/нагревателей/охладителей/переходников/ и т.д.
- Непоследовательное использование терминологии между странами, компаниями и предприятиями
- Обилие аббревиатур
- Множество «авторских» терминов и наименований
- Множество авторских, разговорных и местных «терминов» и синонимов – «осуществлять выстрелы в адрес сотрудников органов»
- «подтащим стюардессу»
- «обтюратор» вместо «поворотная заглушка»

# Выводы для переводчика

- Необходимо знать и зрительно представлять себе всю технологическую цепочку в целом
- Необходимо понимать основные технологические и инженерные процессы и знать основные виды оборудования и механизации
- Переводить не слова, а message

# Профильная терминология и технологические процессы

- **Продукт**
  - Свойства – температура, вязкость, плотность, сжимаемость, удельный вес, давление, испаряемость, воспламеняемость, горючесть, застывание, загустевание, замерзание, текучесть, растворенный газ, давление насыщения
  - Средства контроля свойств - подогрев, охлаждение, сжатие, сжижение, растворение, загущение, дегазификация
- **Транспорт**
  - Средства доставки – подвижной состав/флот/парк/система
  - Объекты подогрева, охлаждения, сжатия, сжижения, дегазификации, хранения
  - Режим эксплуатации – водоизмещение, грузоподъемность, пропускная способность, неравномерность загрузки, хранение, циклы перекачки продукта

# Профильная терминология и технологические процессы

- **Переработка**
  - Технологические процессы – подготовка (фильтрация/осушка/обезвоживание/обессоливание) - дистилляция/фракционирование/перегонка – крекинг – катализаторы – гидроочистка -
  - Производственные процессы – перекачка, подача/нагнетание/закачка/впрыск, замер (контроль) температуры/давления/расхода, сброс/выпуск/стравливание, перепуск, вентиляция, дренаж, утилизация отходов, техобслуживание
  - Проблемы – разгерметизация/порыв/утечка, коррозия/эрозия, переполнение/перелив, избыточное давление/температура, пожар, взрыв, механическое повреждение работающими механизмами
  - Объекты и оборудование – насосы, турбины, компрессоры, холодильники, трубы, арматура, факельные установки, резервуары

# Профильная терминология и технологические процессы

- Строительство
  - Этапы строительства
  - Проектная документация
  - Машины и механизмы
  - Здания и сооружения
  - Технологичность строительства

Часть 3.

Переработка нефти и газа

# What Do We Produce Products From?

## Сырьё для переработки / Refining Feedstock

- **Crude oil** - liquid consisting of a complex mixture of wide-range hydrocarbons and other organic compounds that are found in geologic formation which is used to produce liquid fuels (gasoline, jet, diesel, fuel oil), lubricants, bitumen and coke. Fed to crude distillation units.
- Crude oil is classified by geographic location, sulphur, density and acidity
  - **Geography**
    - Urals
    - Brent (Brent Goose)
    - West Texas Intermediate (WTI)
  - **Sulphur**
    - Sweet
    - Sour / High sulphur
  - **Density**
    - Light
    - Heavy
  - **Acidity**
    - High Acid crude oil (HAC)
- **Сырая нефть** - жидкая природная ископаемая смесь углеводородов широкого физико-химического состава, которая содержит растворенный газ, воду, минеральные соли, механические примеси и служит основным сырьем для производства жидких энергоносителей (бензина, керосина, дизельного топлива, мазута), смазочных масел, битумов и кокса. Подаётся на первичные установки НПЗ.
- Современная классификация нефтей: по географии, по сере, плотности и кислотности
  - **По географическому происхождению**
    - Юралс
    - Brent (чёрная казарка)
    - Западно-техасская средняя
  - **По содержанию серы – на 4 класса (ГОСТ)**
    - малосернистая (до 0,60 %масс.)
    - сернистая (0,61-1,8 0 % масс.)
    - высокосернистая (1,81-3,5 0 %масс.)
    - особо высокосернистая (св. 3,50 %масс.)
  - **По плотности**
    - Лёгкая (низкая плотность)
    - Тяжёлая
  - **По кислотности**
    - Нефть с высоким кислотным числом

# What Do We Produce Products From?

## Сырьё для переработки / Refining Feedstock 2

### ■ Straight-runs

- Vacuum gasoil (VGO)
- Atmospheric residue
- Naphtha (**straight-run gasoline**. A complex combination of hydrocarbons produced by distillation of crude oil. It consists of hydrocarbons having carbon numbers predominantly in the range of C4 through C11 and boiling in the range of approximately 20°C to 220°C)
- Transported by rail to offloading facilities, pumped to storage tankage and then fed to conversion units for further processing

### ■ Gas condensate

- Produced from natural gas fields vs. associated gas from crude oil fields
- Condenses out of the raw gas if the temperature is reduced to below the hydrocarbon dew point

### ■ Прямогонное сырьё

- Вакуумный газойль (ВГО)
- Мазут
- Нафта (**прямогонный бензин**. Сложная комбинация углеводородов, полученная в процессе первичной переработки нефти. Состоит из углеводородов с числом молекул углерода, как правило, между C4 и C11 и с диапазоном температур кипения приблизительно от плюс 28 до плюс 220° C)
- Прямогонные нефтепродукты поставляются обычно железнодорожным транспортом, сливаются в резервуарный парк для дальнейшей переработки на вторичных мощностях НПЗ

### ■ Газовый конденсат

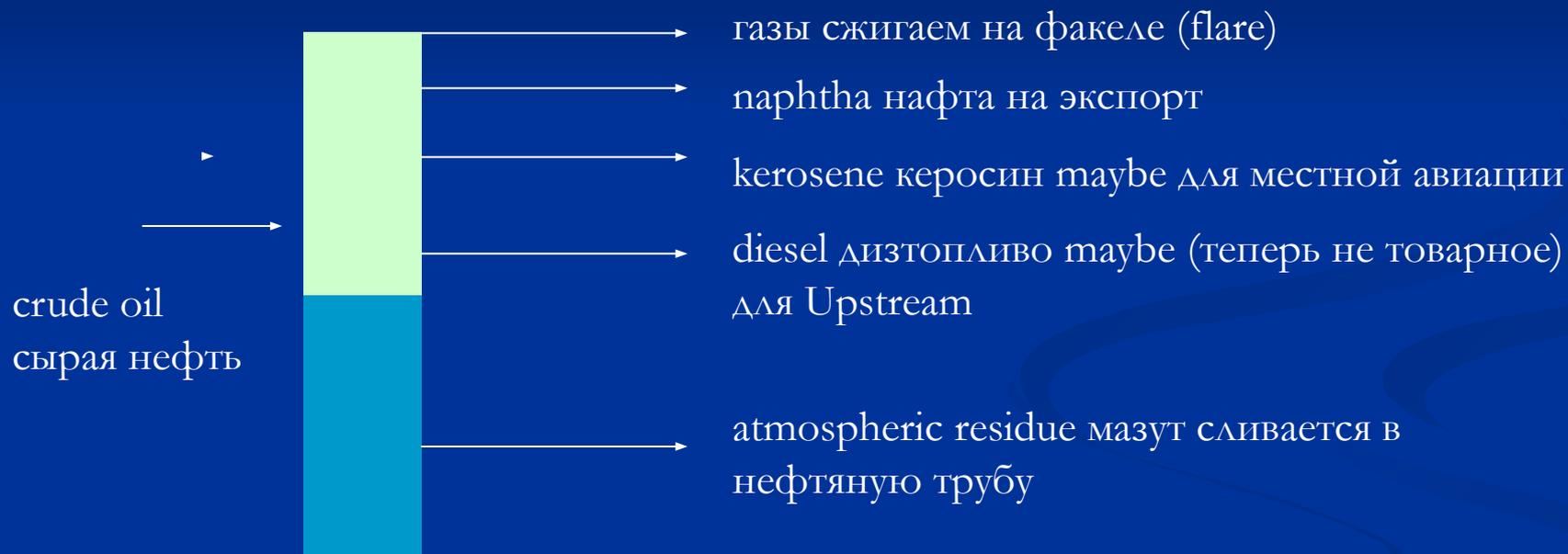
- Получают на месторождениях природного газа, в отличие от попутного газа
- Конденсируется из сырого газа при температуре ниже точки росы по углеводородам

# Where And How Do We Manufacture Products?

- At refineries / нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ)
  - Refineries have different configuration and equipment kit.
  - We distinguish **topping** (простейший, мини-НПЗ), **hydroscimming** (простой), and **complex** (сложный) / **cracking** (крекингový) refineries
  - Refinery process units (технологические установки) which could be single-train (однопоточная), two-train (двухпоточная) or multi-train (многопоточная) produce product blending components (компоненты смешения) / intermediate products (промежуточные продукты) / finished products (готовую продукцию) using a variety of physical/chemical processes and production technologies
  - Refinery units can be also referred to as Plants (блоки или установки производства) \*  
Hydrogen plant (УПВ – установка производства водорода), Lubes plant (маслоблок)
  - Intermediate streams get physically mixed at blending stations / blenders (станции смешения / компаундирования, e.g. automated gasoline blender – АССБ автоматизированная станция смешения бензинов) and/or additivized, if required, at blenders or additive injection units (узлы ввода присадок)
  - Normally products are manufactured in batches (партии), and further shipped / dispatched (отгружаются) from refineries by pipe, rail or trucks.
  - For rail and truck shipments we use loading racks (эстакады налива). These are categorized by transport - truck loading rack (эстакада автоналива), rail loading rack (ж.-д. эстакада налива), and by loading method – on-spot loading unit (установка точечного / тактового налива УТН) and gantry / gallery rack (галерейная эстакада)
- At Oil Depots / нефтебазы
  - \*например, Uvek Oil Depot - УНБ – Увекская нефтебаза
  - Product base stock gets mixed with additives

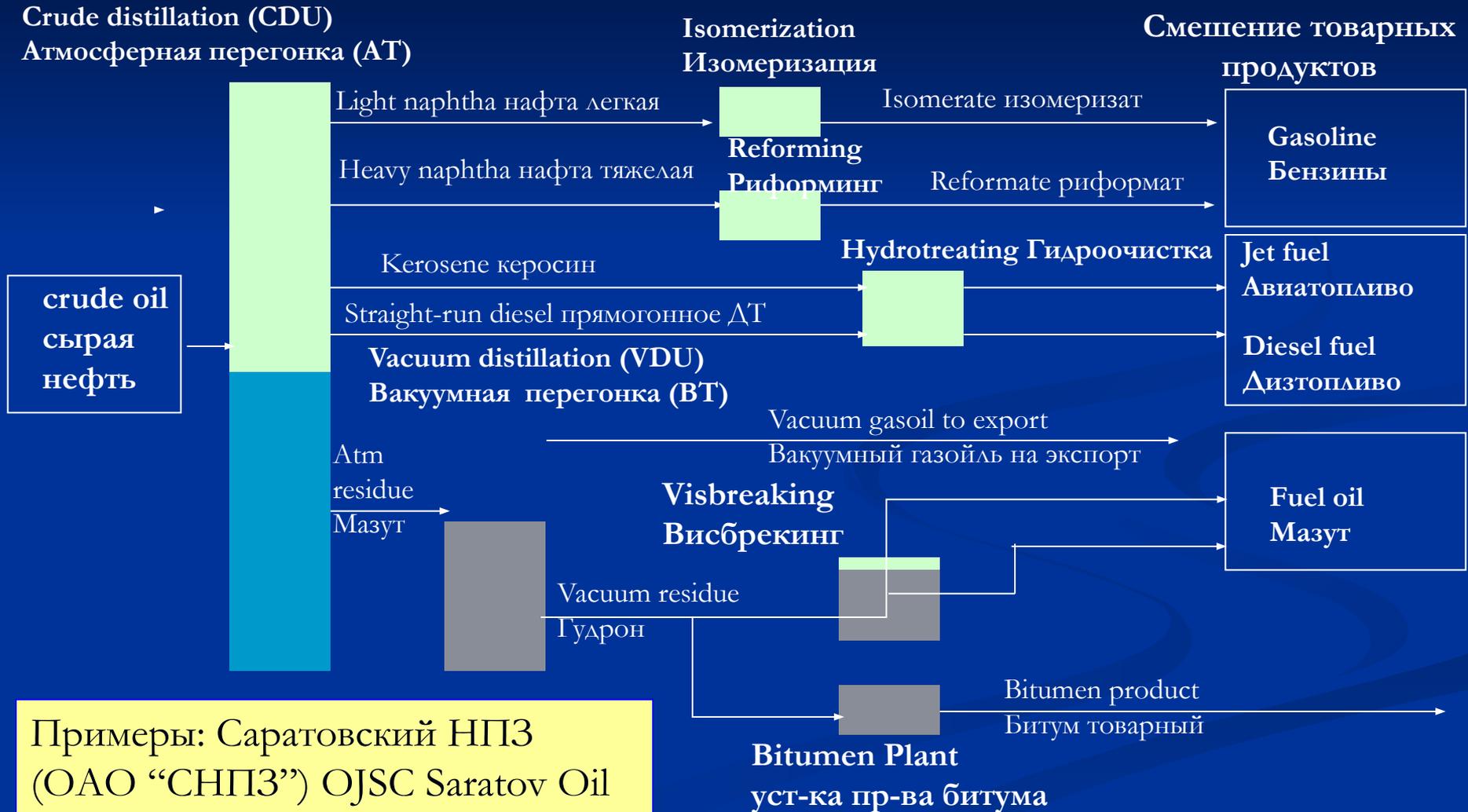
# Типы НПЗ: Простейшие / Topping Refineries

Атмосферная перегонка нефти (установка АТ) – atmospheric distillation of crude oil (CDU – crude distillation unit)



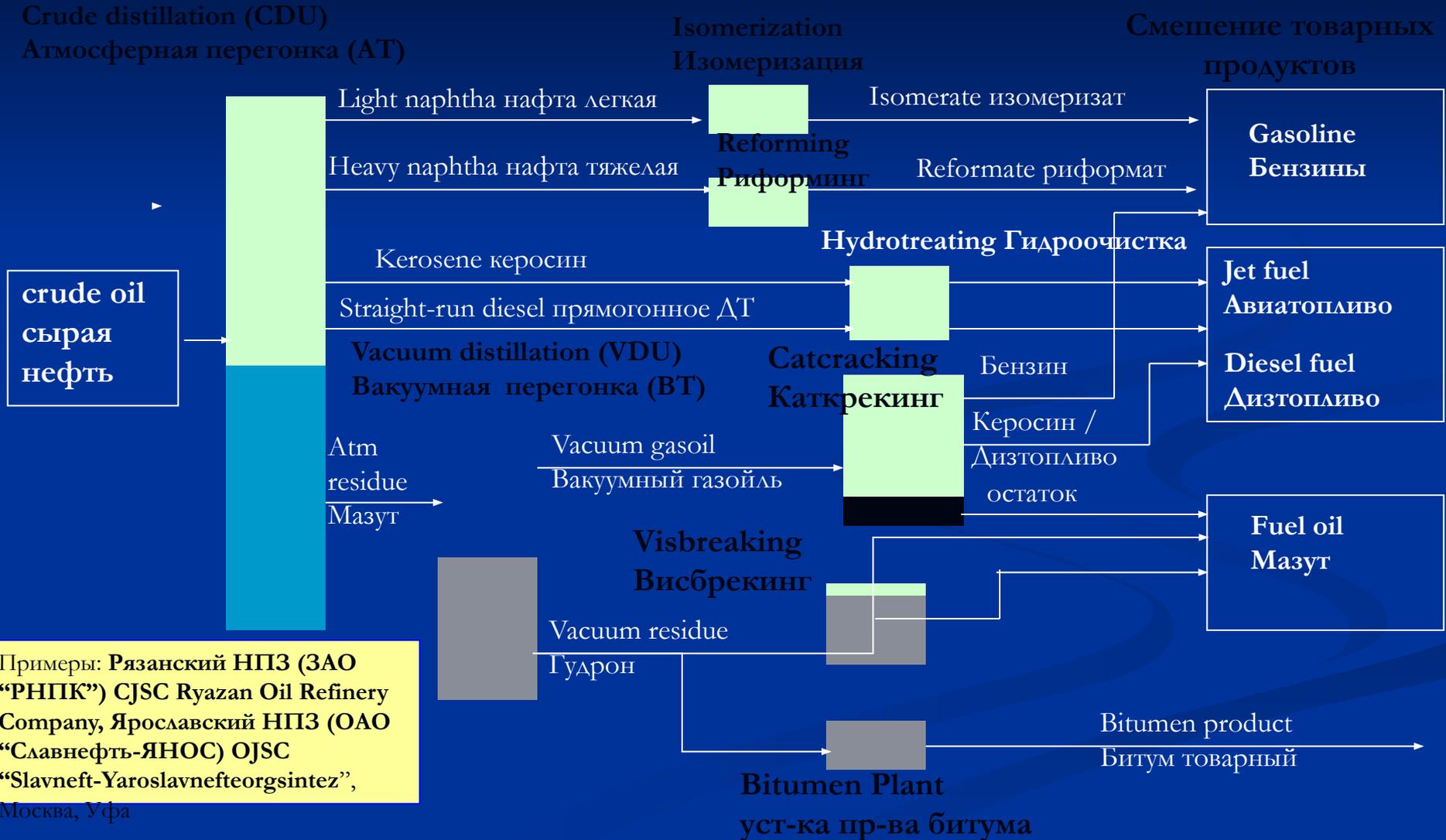
Примеры: Нижневартовское НПО (ООО “ННПО”) “Nizhnevartovskoe Neftepererabatyvayushee Obединenie” LLC, Красноленинский НПЗ (ООО “КНПЗ”, г. Нягань) “Krasnoleninskiy Neftepererabatyvayuschiy Zavod” LLC, Афипский НПЗ, Краснодарский НПЗ

# Типы НПЗ: Простые / Hydroskimming Refineries



Примеры: Саратовский НПЗ (ОАО "СНПЗ") OJSC Saratov Oil Refinery, Орск, Туапсе

# Типы НПЗ: Сложные (крекинговые) Complex (Cracking) Refineries

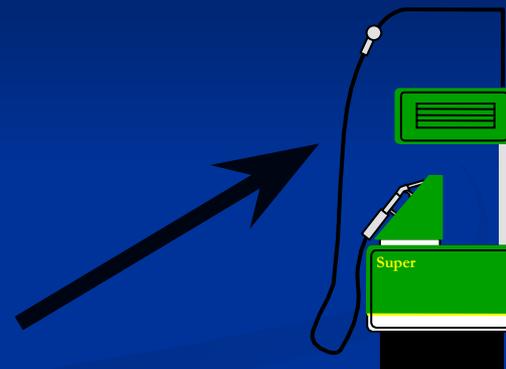
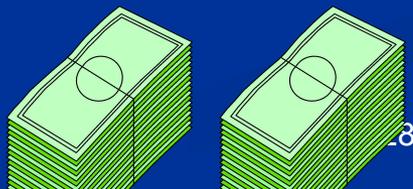
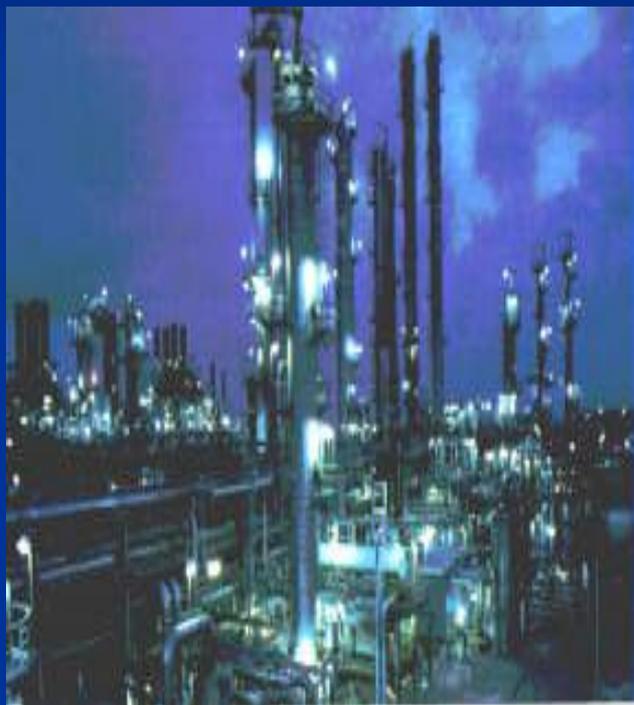
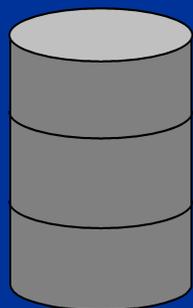


Примеры: Рязанский НПЗ (ЗАО "РНПК") CJSC Ryazan Oil Refinery Company, Ярославский НПЗ (ОАО "Славнефть-ЯНОС) OJSC "Slavneft-Yaroslavnfteorgsintez", Москва, Уфа

# Варианты переработки нефти Fuels Versus Lubes Operation

В зависимости от наличия маслблока (Lubes Plant) и потребностей бизнеса мощности вакуумной перегонки ориентированы на производство топлив или масел

1. Топливный Fuel Refinery
2. Топливо-масляный Fuel/Lube Refinery



Нефтяные масла

# Configuration Example

Установка первичной переработки нефти АВТ – 4 шт	Crude vacuum distillation unit CVDU – 4 ea
Электрообессоливающая установка (ЭЛОУ) - 2	Desalting unit – 2 ea
ВТ-6 – блок вакуумной перегонки	VT-6 – vacuum distillation unit (VDU)
Установка висбрекинга	Visbreaker
Установка риформинга – 4 Л-35-6/300, Л-35-11/300 - 2, Установка кат риформинга с непрерывной регенерацией катализатора (НРК КР-600);	Reformer – 4 ea L-35-6/300, L-35-11/300 – 2 ea Continuous catalytic regeneration (CCR) reformer
Установка изомеризации	Isomerization unit
Установка флюид каталитического крекинга (УФКК, УККФ)	Fluid catalytic cracker (FCC)
Установка гидроочистки ДТ – 2 Л-24/6 и ЛЧ-24/7	Diesel hydrotreater - 2 L-24/6 and LCh-24/7
Установка гидрокрекинга с установкой производства H <sub>2</sub> (УПВ)	Hydrocracker with Hydrogen production plant;
Газофракционирующая установка (ГФУ)	Gas fractionation unit (GFU)
Установка производства МТБЭ	MTBE production unit
Комплекс по производству масел	Lubes plant
Битумная установка	Bitumen plant
Установка сернокислотного алкилирования	Sulfuric acid alkylation unit



# Refining Processes (by function)

## Технологические процессы НПЗ

### ■ Separation processes (сепарационные процессы)

- Physical separation of hydrocarbons into fractions (fractionation разделение на фракции) and phase segregation (vapor/liquid) by distillation (rectification ректификация) based on different boiling points (температуры кипения) using special column/tower/separator equipment. See columns slide
- Here belong all “primary” processes and all phase segregation/fractionation processes within “secondary” processes

### GATE:

### ■ Hydroprocessing (гидрогенизационные процессы) - processing in hydrogen environment (переработка в среде водорода)

- Hydrotreatment (гидроочистка), hydrogenation (гидрирование), dehydrogenation (дегидрирование), reforming (риформинг) – all in H<sub>2</sub> and catalyst reaction environment to remove/reduce undesired hydrocarbons (sulphur, metals, nitrogen, oxygen) and improve qualities of virgin (прямогонные, некрекированные) flows

### ■ Conversion processes (конверсионные процессы)

- Destruction of residual stocks (остаточное сырьё) to increase refinery light yields (выходы / отборы светлых) by cracking/breaking molecules: hydrocracking (гидрокрекинг), catalytic cracking (каталитический крекинг), visbreaking (висбрекинг) and coking (коксование)

### ■ Blending processes (процессы смешения / компаундирования)

# Refining Processes Index (1)

Alkylation	Алкилирование
Aromatics recovery	Получение / извлечение ароматики
Catalytic reforming	Каталитический риформинг
Coking	Коксование
Continuous catalyst regeneration reforming	Риформинг с непрер регенерац катализ
Crude distillation	Первичная перегонка нефти
Delayed coking	Замедленное коксование
Deasphalting	Деасфальтизация
Desulphurization	Обессеривание
Dewaxing	Депарафинизация
Fluid catalytic cracking	Флюид каталитический крекинг
H <sub>2</sub> S removal / stripping	Удаление / отпарка сероводорода
Hydrocracking	Гидрокрекинг
Hydrofinishing	Гидроочистка (масел)
Hydrogen recovery	Получение водорода

# Refining Processes Index (2)

Hydrotreating	Гидроочистка
Isomerization	Изомеризация
Lube extraction	Селективная очистка масел
MTBE recovery	Получение МТБЭ
Pressure swing adsorption (PSA)	Короткоцикловая адсорбция (КЦА)
Sour gas treatment	Сероочистка газа
Saturation	Насыщение
Sulphur recovery	Получение серы (УПЭС)
Vacuum distillation	Вакуумная перегонка
Visbreaking	Висбрекинг
Wet sulphuric acid (WSA)	Получение H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> “мокрым катализом”

# Crude Distillation

## Первичная переработка

- Crude distillation units are designated for physical segregation of crude which includes desalting/dehydration (обессоливание и обезвоживание), atmospheric distillation (атмосферная перегонка), vacuum distillation of atmospheric residue (вакуумная перегонка мазута) to produce lube oil fractions (if we have Lubes plant) or cracker feed and gas fractionation (газофракционирование)
- Bottom product (кубовой продукт) is vacuum residue (гудрон)
- HC gas yields are saturates (насыщенные углеводороды) and are further utilized as
  - fuel in refinery fuel system (топливная система завода) - C1-C2 dry gas (сухой газ)
  - and feed – wet gas (жирный газ)
- Crude distillation units (установки первичной переработки) include atmospheric distillation units, normally referred to as CDUs (установка АТ – атмосферная трубчатка), vacuum distillation units VDUs (установка ВТ – вакуумная трубчатка) and CDU/VDUs (установка АВТ – атмосферно-вакуумная трубчатка) + desalters (блоки ЭЛОУ), stabilizers (блоки стабилизации), parhtha fractionators (установки вторичной перегонки бензина)

# What Is Distillation / Rectification?

- Distillation process is based on:
  - concentration of more volatile component in vapour phase > concentration in liquid phase
- Condensing vapour would result in some separation of light and heavy components
- Rectifying (or enriching)
  - by descending liquid to remove heavy components from ascending vapour
- Stripping (or exhausting)
  - “stripping” action by ascending vapour to remove light components from descending liquid
- Процесс перегонки основан на:
  - Концентрировании низкокипящих фракций в паровой фазе и высококипящих в жидкой. В результате конденсирования части паровой фазы и испарения части жидкой происходит физическое разделение фракций на лёгкие и тяжелые до определённой степени
- Ректификация (или насыщение обогащение)
  - нисходящий жидкий поток флегма (с помощью орошения) с целью насыщения восходящих паров за счёт удаления из них высококипящих компонентов
- Стриппинг (или отпарка)
  - Отпарка восходящими парами с целью удаления легкокипящих компонентов из нисходящего жидкого потока (водяной пар или тепло в куб > испарение)

# Колонны / Columns or Towers

- Ректификационная колонна (rectifier / distillation column) – аппарат для разделения, где происходит контакт фаз
- ректификат (дистиллят)



Main  
основная



Stripping  
отпарная



Flash  
Испарительная  
Полуотбензи  
нивающая  
Пустотеляя



Superfractionator  
чёткой  
ректификации



Fractionator фракционирующая



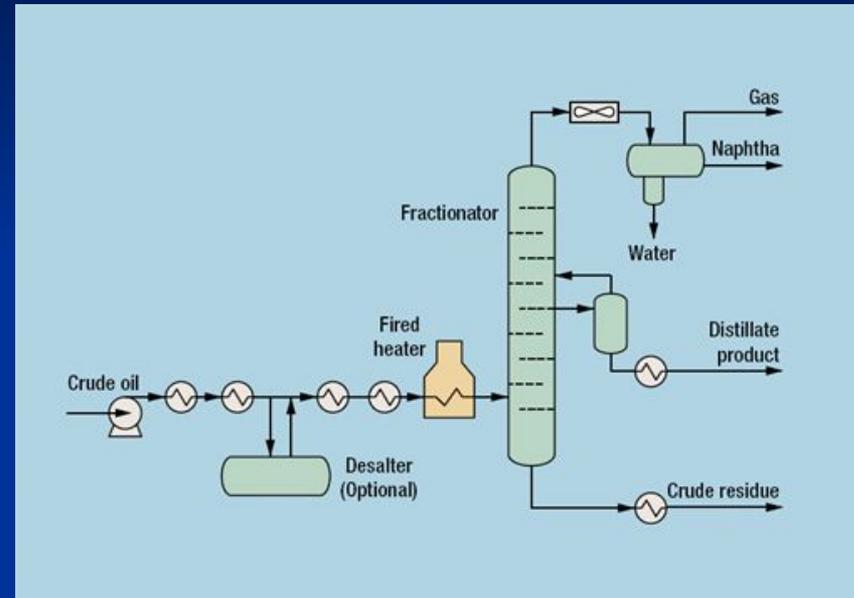
Stabilizer  
стабилизирующая

# Feed Preparation/Подготовка сырья

- Settling (отстаивание) and dewatering (удаление подтоварной воды)
- Preheating (подогревание)
- Desalting & dehydrating (обессоливание и обезвоживание) at desalter = electric dehydrator (установка ЭЛОУ = электродегидратор)
  - A drum with two plates (top/bottom) energized with AC where water drops out together with salts, acids
  - We may inject demulsifying chemical (деэмульгатор)
  - We may also inject sodium hydroxide solution (раствор щелочи) to neutralize hydrochloric acid HCl (хлористоводородная кислота)  $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl}$  соль + H<sub>2</sub>O
- Heating (нагревание)

# Crude Topping Unit / Установка стабилизации нефти и отгонки лёгких фракций

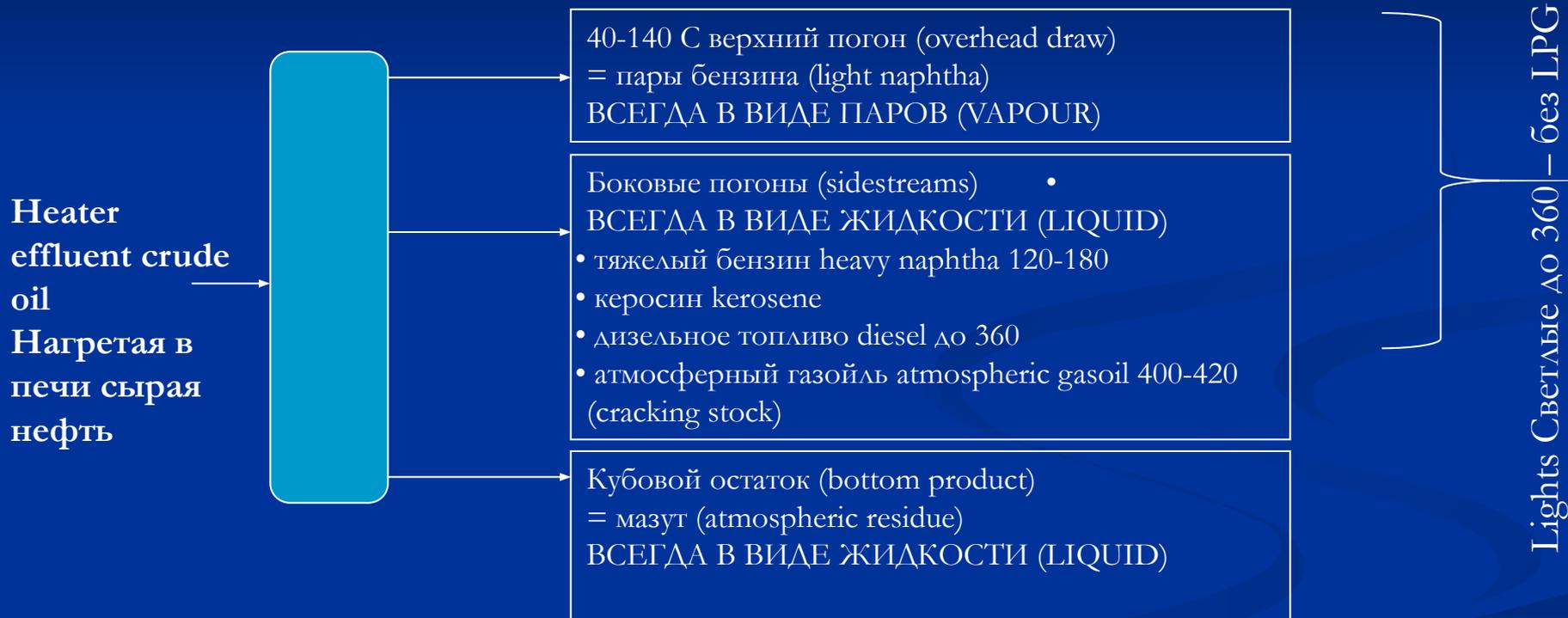
- Отбензинивающая колонна (topping column)
- Отбензиненная (частично) нефть – (topped crude / reduced crude)
- Typically installed in remote areas to provide fuel for local consumption, often for use at pump stations and at crude production facilities
- Comprised of pre-heat/heat recovery, fired heater (огневая печь), crude fractionation (distillation) and product cooling
- Products – gas (газы) and naphtha (прямогонный бензин) and typically virgin (прямогонный) diesel and also kerosene
- Naphtha with gases is unstable so we add a stabilizer (колонна стабилизации) to draw off gas and produce marketable straight-run gasoline (БГС= бензин газовый стабильный). БГС это торговое наименование (trade name)
- Are often modularized which reduces construction cost and complexity (KNPZ)



# Atmospheric Distillation

## Атмосферная перегонка

Установка АТ / CDU – crude distillation unit (АТ – атмосферная трубчатка)



Легкие дистилляты (light distillates) – naphtha

Средние (middle distillates) – kerosene + light diesel

Тяжелые (heavy distillates) – atm gasoil, heavy diesel

# Vacuum Distillation

## Вакуумная перегонка

Установка ВТ / VDU – vacuum distillation unit (ВТ – вакуумная трубчатка)

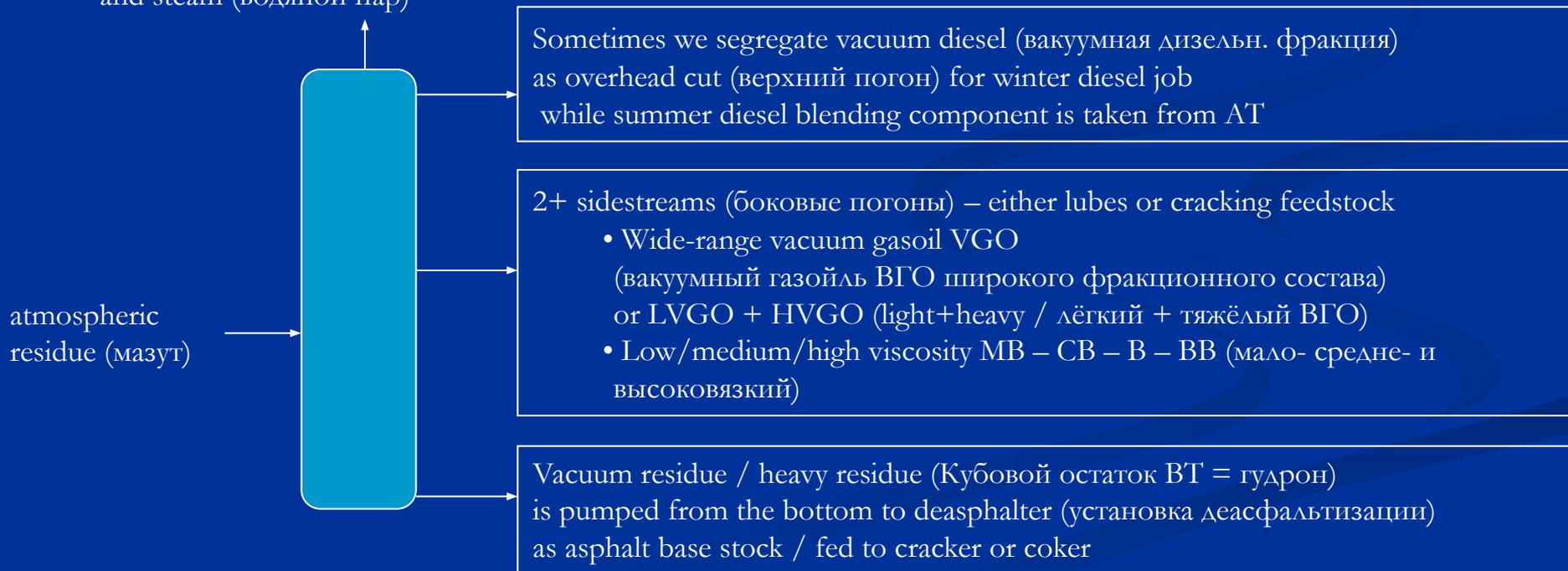
Process to produce vac distillates that are suitable for lubricating oil production by downstream units (последующие установки), and as feedstocks to catcracker and hydrocracker

Distillate (дистиллят) is condensed in two and more sections and then withdrawn as sidestreams

Vacuum system (вакуум-создающая система)

draws off decomposition gases (газы разложения)

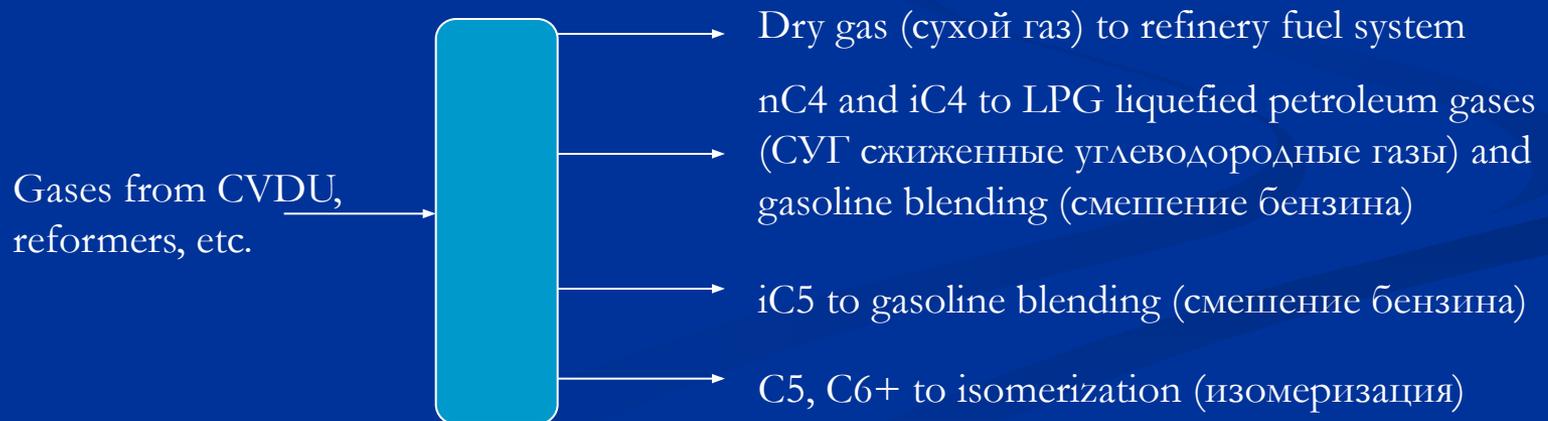
and steam (водяной пар)



# Gas Fractionation

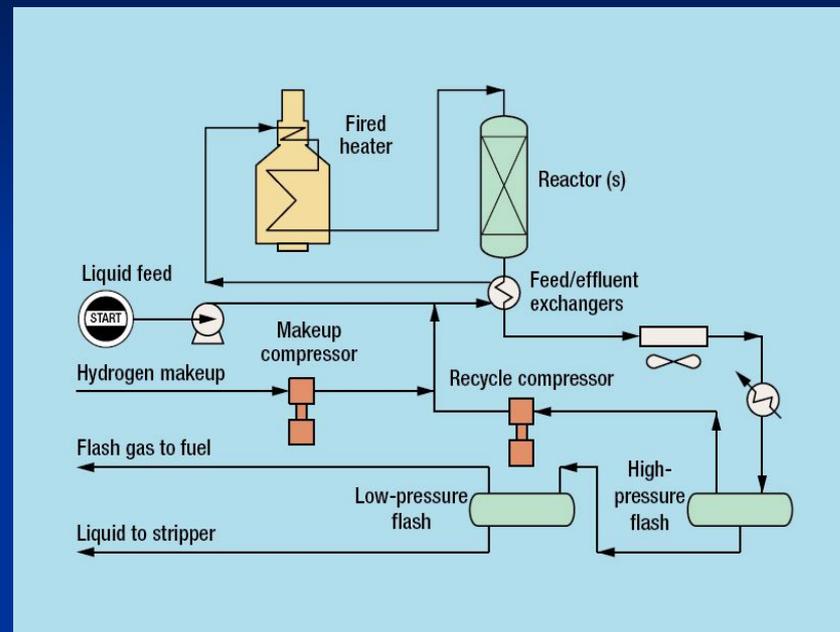
## Газофракционирование

- GFU gas fractionation unit (ГФУ газофракционирующая установка) is designed to separate hydrocarbon gas mixtures into individual components by rectification
- Gases can be fractionated either under pressure at normal temperature or under lower temperature at normal temperature
- GFUs normally comprise 6-10 columns connected in a series or parallel arrangement (последовательно-параллельная схема): deethanizer de-C2 (деэтанализатор, этаноотгонная колонна), depropanizer de-C3 (депропанализатор), deisobutanizer de-iC4 (деизобутанизатор), debutanizer de-C4 (дебутанизатор), deisopenthanizer de-iC5 (деизопентанизатор), depenthanizer de-C5 (депентанизатор)



# Hydrotreating - Гидроочистка

- We hydrotreat distillates (gasoline, kerosene, diesel, gas oil) to reduce sulphur compounds, non-saturates (непредельные соединения), nitrogen and metals
- Single or multi-bed catalytic treatment (каталитическая очистка с одним или несколькими слоями катализатора) in the presence of H<sub>2</sub> converts organic sulphur to H<sub>2</sub>S hydrogen sulphide (сероводород) and organic nitrogen to NH<sub>3</sub> / ammonia (нитрид водорода / аммиак)
- Naphtha treating normally occurs in the vapor phase (паровая фаза), heavier oils usually operate in mixed-phase (смешанная фаза)
- H<sub>2</sub> rich gas (ВСГ водородосодержащий газ) is recycled to reactor to maintain adequate H<sub>2</sub>-to-feed ratio (кратность циркуляции водорода)
- Resulting product – reactor effluent (гидрогенизат)
- At higher severity (жёсткость режима) – additional hydrogenation (enriching) (догидрирование) to convert aromatics into naphthenes for kerosene and diesel jobs
- Hydrodesulphurization (гидрообессеривание) – subtype of hydrotreating process to specifically produce LSFO low sulphur fuel oil (низкосернистый мазут) and FCC feed



Makeup / fresh hydrogen

(подпиточный / свежий водород)

Recycle hydrogen (циркуляционный водород)

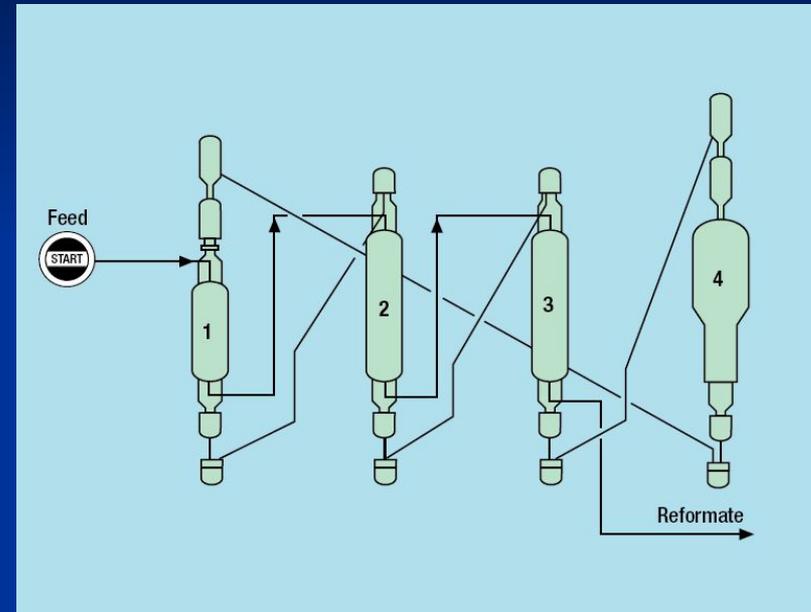
Makeup / recycle compressor

(компрессор подпиточного / циркуляционного ВСГ)

# Catalytic Reforming

## Каталитический риформинг

- Upgrades various types of naphtha to produce HO gasoline, BTX aromatics = benzene, toluene, xylene (БТК = бензол, толуол, ксилол) and LPG (СУГ). Side product is H<sub>2</sub> rich gas (ВСГ)
- Product is called reformat = catalyzate (рифформат = катализат)
- Two designs - Semi-regenerative (полурегенеративный) vs. CCR = Continuous Catalyst Regeneration (с непрерывной регенерацией катализатора)
- All our reformers besides YANOS are semis and we regenerate catalyst in place at the end of each cycle. With low pressure drop (перепад давления) in H<sub>2</sub> loop we get 90-100 RON products
- CCR is made possible by smooth-flowing moving bed reactors and allows low operating pressures (рабочее давление)
- Historically –hydroforming (гидроформинг), platforming (платформинг), catforming (катформинг)



# Conversion Processes

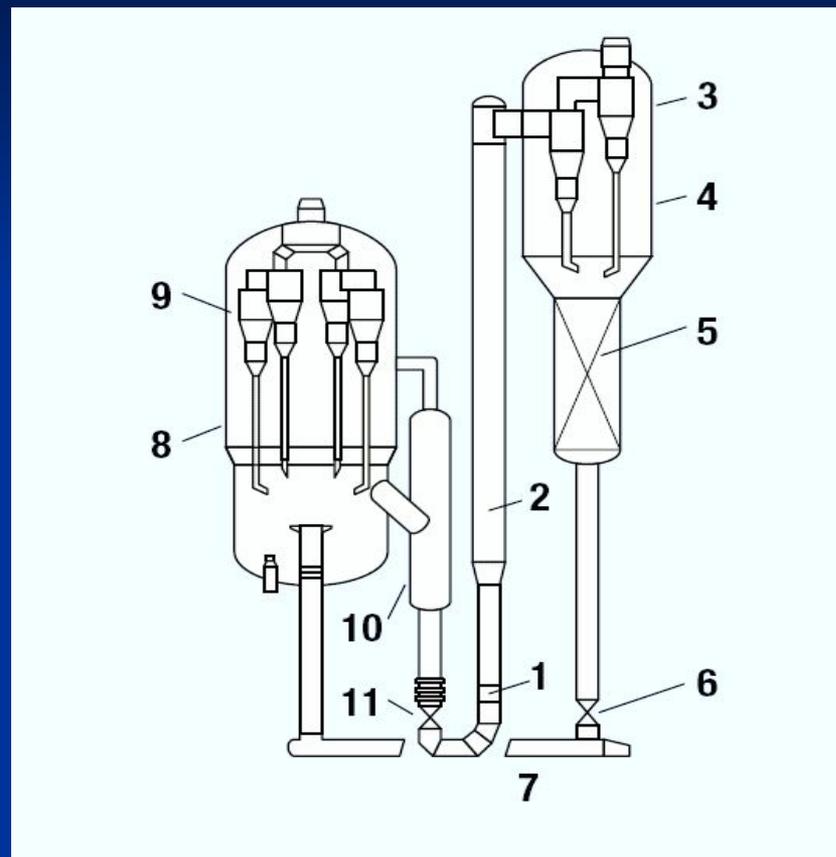
## Процессы конверсии

- Thermal processes (термические процессы) do not imply use of catalyst
  - Thermal cracking (термокрекинг)
    - Сырьё – гудрон (vac resid)
    - Крекинг начинается при 190-200. Реальный при 250
    - Более лёгкое сырьё (домешивают вакуумные дистилляты) и более жёсткий режим (higher severity)
    - Historically was meant to produce gasoline and has been ousted by higher efficiency catcracker (установка каталитического крекинга)
  - Visbreaking (висбрекинг)
    - Viscosity breaking - удар по вязкости
    - Сырьё - мазут и гудрон
    - Продукты – котельное топливо (fuel oil) 90 % + газ/бензин/газойль висбрекинга (visbroken naphtha/gasoil)
  - Coking (коксование)
    - Interrupted (периодическое) – non-delayed standard coking in heated drums (в обогреваемых кубах)
    - Continuous (непрерывное) – delayed (замедленное) coking in non-heated drums & fluid bed coking (коксование в кипящем слое)
    - Куб = коксовая камера
- Catalytic processes (каталитические процессы)
  - FCC= Fluid Catalytic Cracking (ККФ = каткрекинг-флюид) - 35% profitability of refinery
  - HC= Hydrocracking (гидрокрекинг)
  - Isomerization (изомеризация)

# Fluid Catalytic Cracking (FCC)

## Флюид каталитический крекинг

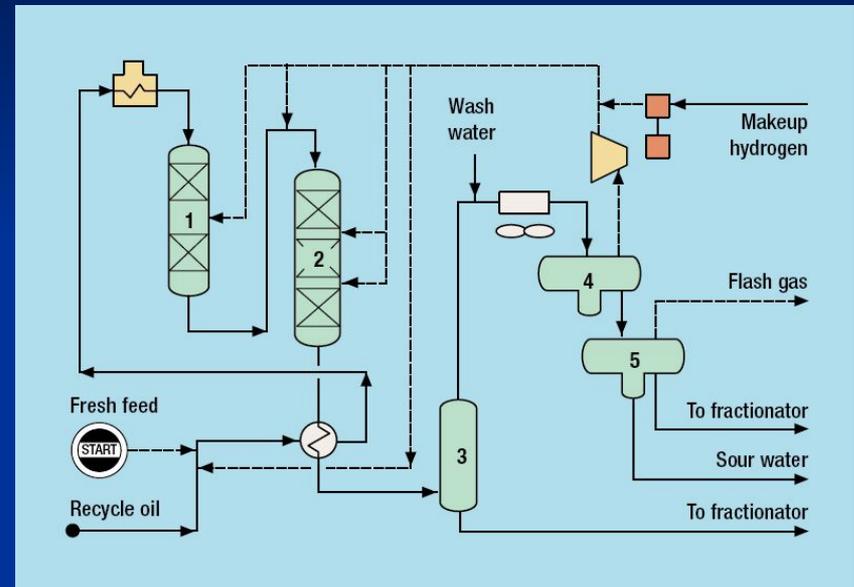
- Selective conversion of a wide range of gas oils into high-value products
- При температурах 500-545 постоянно циркулирующий катализатор берёт на себя кокс, который выжигается в регенераторе (regenerator)
- Typical feedstocks are wide-range VGO (широкая фракция вакуумного газойля) virgin or hydrotreated gas oils (неочищенные и очищенные газойли) + may include lube oil extract (экстракт масляных фракций), coker gas oil and resid (тяжёлые остатки). Could even be atm resid if its sulphur is low
- Products: NO FCC gasoline (бензин каткрекинга), light olefins (propylene and ethylene) and distillate: LCO = light cycle oil (ЛКГ = лёгкий катгазойль) goes to fuel oil and diesel while HCO = heavy cycle oil (ТКГ = тяжёлый катгазойль) – to fuel oil only. HCO = slurry. Кубовой продукт – кокс – идёт как топливо на обогревание катализатора
- Ryazan FCC built per ABB Lummus design incorporating advanced reaction system, catalyst stripper and a single-stage fluidized bed regenerator (одноступенчатый регенератор с кипящим слоем)



1 – injection nozzle (узел ввода сырья), 2 – riser (райзер, лифт-реактор), 3 – cyclone system (реактор с системой циклонов), 4 – cyclone containment vessel (отстойная зона ректора), 5 – modular grid baffles (отпарная зона реактора), 6 – slide valve (шиберная задвижка), 7 – transfer line (транспортная линия), 8 – regenerator (регенератор), 9 – cyclones (циклоны), 10 – external withdrawal well, 11 – slide valve

# Hydrocracking / Гидрокрекинг

- A wide variety of technology licensors (лицензиары технологии)
- We have only one in YANOS by Soviet RDI and UOP
- Deep conversion (превращение) of predominantly heavy distillates and residues to recover lights (лёгкие нефтепродукты) – gasoline, jet and diesel
- Cracks high- into lower-molecular-weight products in H<sub>2</sub> environment (среда водорода)



Recycle oil рециркулят

Wash water промывочная вода

Sour water кислая вода

# Isomerization / Изомеризация

- C5 / C6 paraffin-rich hydrocarbon streams are isomerized to produce high MON/RON product (изомеризат) suitable for addition to the gasoline pool – isopentane iC5 (изопентан) and isohexane iC6 (изогексан) respectively
- Isom reaction converts normal chain (углеводороды нормального строения) into branched chain hydrocarbons (углеводороды разветвлённого строения)
- Isom unit includes both reaction and fractionation areas (блок ректификации)

# Visbreaking / Висбрекинг

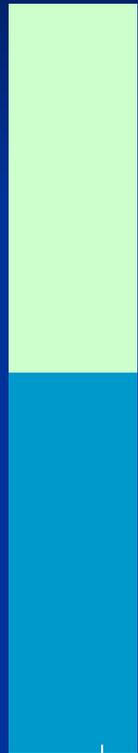
Atmospheric distillation  
атмосферная  
перегонка (АТ)

Vacuum distillation вакуумная перегонка (ВТ)

Vacuum gasoil вакуумный газойль

Visbreaker  
Висбрекинг

Hydrotreater  
Гидроочистка



Atm residue  
Мазут



Vac residue Гудрон



Visbroken gasoil  
газойль в/брекинга 11%

Visbroken residue  
Остаток в/брекинга  
85%

To Lubes в масла

Bitumen plant  
Битумная



Commercial bitumen  
Битум товарный



Diesel fuel  
В ДИЗТОПЛИВО



Fuel oil  
Мазут

# Product Classification

## Классификация нефтепродуктов

- В основу классификации можно положить различные принципы \* по способу производства или по фазовому составу. Но мы ориентируемся на потребителя (downstream user) – он диктует объёмы и качество, поэтому здесь нефтепродукты классифицированы по их назначению
- Моторные топлива (motor fuel)
  - Карбюраторные и инжекторные (fuel for carburetor-type engines and engines with fuel injection systems)
  - Реактивные (jet fuel)
  - Дизельные (diesel fuel)
- Энергетические топлива (power fuel)
- Нефтяные масла (petroleum lubricating oils)
  - Моторные (motor)
  - Трансмиссионные (transmission)
  - Индустриальные (industrial)
  - Энергетические (power equipment)
  - Специальные (specialty)
- Углеродные и вяжущие материалы (carbon and binding materials)
  - Кокс (coke)
  - Битумы (bitumen)
  - Пеки (pitch)
- Нефтехимическое сырьё (petrochemical feedstock)
  - Ароматические УВ (aromatics), сырьё пиролиза (pyrolysis feed), парафин (wax), гач (slack wax), церезин (ceresine)
- Нефтепродукты специального назначения (specialty oil products)
  - Смазка (grease), осветительный керосин (lighting kerosene), присадки (additives), сера (sulphur), водород (hydrogen)

# Key Product Specifications

## Ключевые спецификации товарных продуктов

<b>MOGAS БЕНЗИНЫ АВТОМОБИЛЬНЫЕ, класс 2/3/4/5</b>	<b>АИ-95</b>	<b>АИ-92</b>	<b>АИ-80</b>
Sulphur Сера, макс, ppm	500/150/50/10	500/150/50/10	500/150/50/10
Octane rating (RON) Октановое число (исследоват. метод), мин	95	92	80
Octane rating (MON) Октановое число (моторный метод), мин	85	83	76
Raid vapour pressure (RVP) Давление насыщ. Паров (ДНП), кПа	Лето: 45-80 Зима: 50-100	Лето: 45-80 Зима: 50-100	Лето: 45-80 Зима: 50-100
Aromatics Сод. ароматики, макс, %	Нн/42/35/35	Нн/42/35/35	Нн/42/35/35
Benzene Сод. Бензола, макс, %	Не норм/5/1/1	Не норм/5/1/1	Не норм/5/1/1
Oxygen Сод. кислорода, макс, %	2.7	2.7	2.7

### **DIESEL ДИЗЕЛЬНЫЕ ТОПЛИВА**

Sulphur Сера, макс, ppm  
 Cetane rating Цетановое число, мин  
 Flash point Температура вспышки, мин, °C  
 Final boiling point Конец кипения 95%, °C

#### **Летнее**

500/350/50/10  
 45/51/51/51  
 40

#### **Зимнее**

500/350/50/10  
 Нн/47/47/47  
 40 (30)

### **LUBES МАСЛА**

Pour point Температура застывания, мин, °C  
 -60 °C to -9 °C

Viscosity Вязкость при 40° C, cSt  
 >2 cSt

Viscosity Index индекс вязкости

Polyaromatics (PAC) Содержание полиароматики (ПАУ), %

Нн/11/11/11

Нн/11/11/11

Lubricity Смазочная способность

### **FUEL OIL МАЗУТ ТОПОЧНЫЙ**

#### **M-100**

Sulphur Сера, макс, % масс  
 Flash point Температура вспышки, мин, °C  
 Viscosity Вязкость при 80° C, макс, cSt

3.5  
 90  
 118

# Avgas (Aviation Gasoline)

## Авиационный бензин

- Is intended for reciprocating aviation engines (поршневые авиационные двигатели)
- Requires forced fuel injection (принудительный впрыск топлива) unlike automotive motors
- Quality specs are more rigid vs mogas

# Jet Fuel - Реактивное топливо

- Jet engines (ВРД - воздушно-реактивный двигатель) - aviation engines where fuel is continuously fed into combustion chamber (камера сгорания) maintaining burning process, as well as pre-compressed pre-heated air. Combustion products then enter the turbine where part of heat energy gears compressor / pumps and move on as a gas stream through exhaust nozzle (реактивное сопло), get expanded producing the thrust (сила тяги).
- Main features
  - Good evaporation
  - Combustion efficiency / completeness (полнота сгорания), low heating value (теплота сгорания),
  - CFPP cold filter plugging point (предельная температура фильтруемости) & cold properties (низкотемпературные свойства) \* freezing point (температура кристаллизации)
  - Chemical and thermal oxidation stability (термоокислительная стабильность)
  - Anti-wear (противоизносные) and anti-static (антистатические) properties
- Typical products: RT, TS-1, J-1

# Diesel Fuel

## ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО

- Is intended for diesel / gas turbine engines
- Diesel vs. carburetor: higher compression means less fuel ☺, higher fab complexity, bigger size ☹️
- Diesel fuel properties
  - Cetane rating (цетановое число) – percentage of n-cetane (C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>) in a n-cetane/ α-methylnaphthalene (метил-нафталин) mixture
  - Distillation points
  - Viscosity and density
  - Cold properties
  - Flash point (температура вспышки)
  - Sulphur
- Heating oil (печное топливо) – straight-run gasoil (прямогонная дизельная фракция) + LCO (лёгкий катгазойль)

# Niche Oil Products

## Нишевые нефтепродукты

- Fuel oil (мазут) is used for steam boilers – boiler fuel (котельное топливо), industrial furnaces – industrial fuel oil (топочный мазут) and for watercraft – marine fuel oil (флотский мазут) / bunker fuel (бункерное топливо)
- Bitumen – road (дорожный), roofing (кровельный), construction (строительный)
  - Asphalt feedstock gets blown with air to harden the material and produce road bitumen. Softer bitumen is roofing
- Lubes Plant (маслоблок) comprises PDA propane deasphalter (установка деасфальтизации пропаном), Extractor (установка селективной очистки), Dewaxer (установка депарафинизации), Hydrofinisher/Polisher (установка гидроочистки масел) + Lubes Blender (установка смешения масел)
  - PDA feed (vacuum bottom product - фракция остаточного масла). Products – asphalt for bitumen + deasphalted oil (to base oil) деасфальтизат
  - Vacuum lube cuts (вакуумные масляные фракции) from VDU enter Extraction unit first. Products – extract (экстракт) + raffinate (рафинат) Then raffinate goes to Dewaxer and ends up with Wax (петролатум, гач, церезин) + DWO dewaxed oil (депарафинизат). Then comes Hydrofinishing

# Lubes Classification and Specifications

## Классификация и спецификация масел

Товарный ассортимент масел насчитывает более 400 марок масел различного назначения, однако широко распространено лишь ограниченное число марок.

Смазочные масла применяют во всех областях техники, несмазочные масла служат рабочими жидкостями в гидравлических передачах (hydraulic liquid), электроизоляционной средой

### Классификация масел

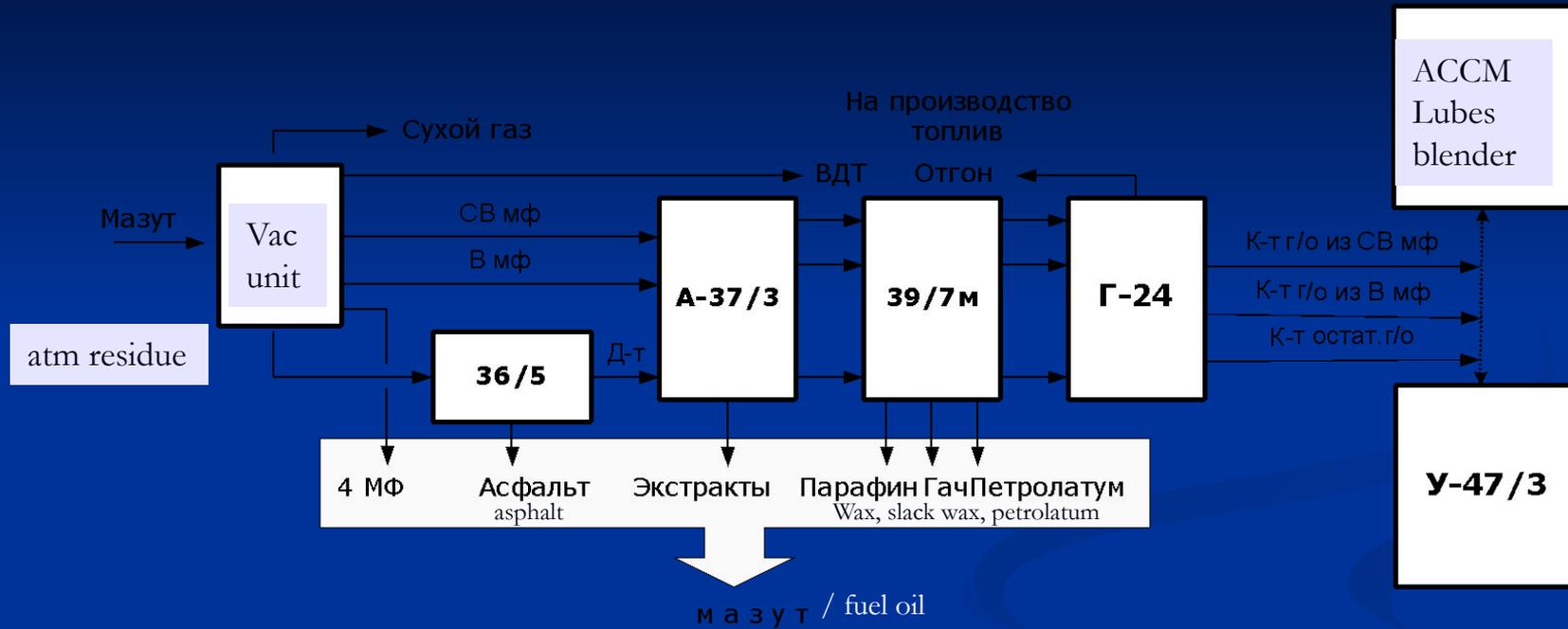
- По источнику сырья:
  - дистиллятные (из масляных фракций вакуумной перегонки vacuum distilled lube cuts)
  - остаточные (из остатка вакуумной перегонки мазута vacuum residue)
  - компаундированные (полученные смешением дистиллятного и остаточного компонентов)
  - загущенные (полученные введением в базовые масла загущающих полимерных присадок polymer additive /thickening agent)
- По способу очистки:
  - масла кислотно-щелочной очистки
  - масла кислотно-контактной очистки
  - селективной и адсорбционной очистки
  - масла гидроочистки

Основное количество масел производят с использованием процессов селективной очистки и депарафинизации

Основные показатели качества смазочных масел:

- вязкость и вязкостно-температурные свойства (обеспечение облегчения запуска машин и механизмов при низких температурах окружающего воздуха)
- температура застывания pour point
- химическая стабильность (устойчивость против окисления кислородом воздуха)
- смазочная способность lubricity (для обеспечения надежности смазки при работе механизмов)
- защитные и антикоррозионные свойства (для предохранения металла от атмосферной коррозии в период остановки машины и механизма)

# Lubes Plant - Масляное производство



СВ мф (средневязкая масляная фракция) / medium viscosity lube oil cut  
 В мф (вязкая масляная фракция) / high viscosity lube oil cut  
 ВДТ (вакуумное дизельное топливо) / vacuum diesel cut  
 36/5 = установка деасфальтизации пропаном (PDA propane deasphalter)  
 А-37/3 = установка селективной очистки (Extractor)  
 39/7 = установка депарафинизации (Dewaxer)  
 Г-24 = установка гидроочистки масел (Lubes hydrofinisher)

Часть 4.

Транспорт нефти и газа

# Виды углеводородного транспорта

- Транспорт нефти
  - Трубопровод
  - Танкер
  - Ж/д цистерна
  - Автоцистерна
- Транспорт газа
  - Трубопровод
  - Танкер LNG
  - Ж/д цистерна LPG (СПБТ)
  - Автомобильный – газовые баллоны

# Автотранспорт

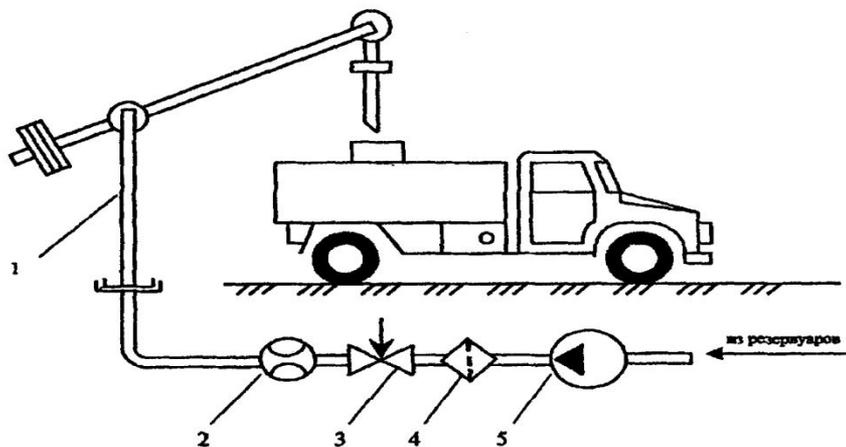


Рис. 14.10. Принципиальная схема верхнего налива нефтепродуктов в автоцистерны:

1 – наливной стояк; 2 – счетчик; 3 – клапан-дозатор; 4 – фильтр; 5 – насос

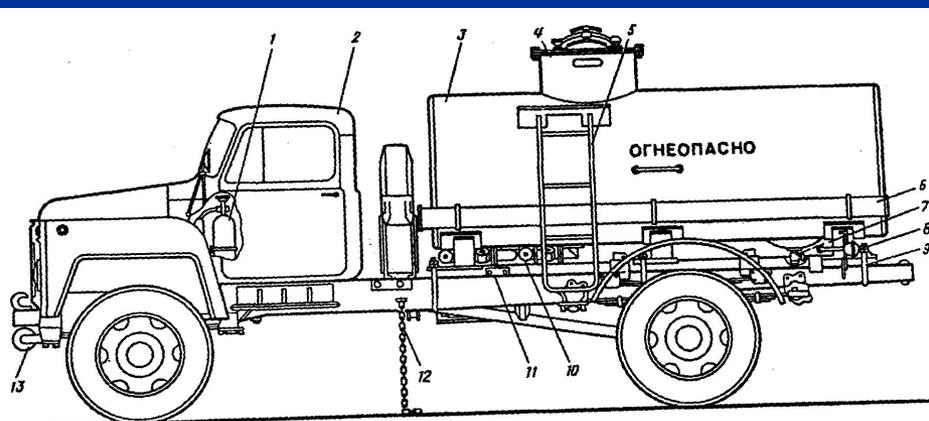


Рис.11.4. Автомобиль-цистерна АЦ-4,2-53А:

1 - огнетушитель; 2 - шасси автомобиля ГАЗ-53А; 3 - цистерна; 4 - крышка горловины; 5 - лестница; 6 - пенал для рукавов; 7 - отстойник с трубопроводом; 8 - электрооборудование; 9 - узел крепления цистерны; 10 - трубопровод гидравлической системы; 11 - табличка; 12 - цепь заземления; 13 - глушитель

# Речной и морской транспорт

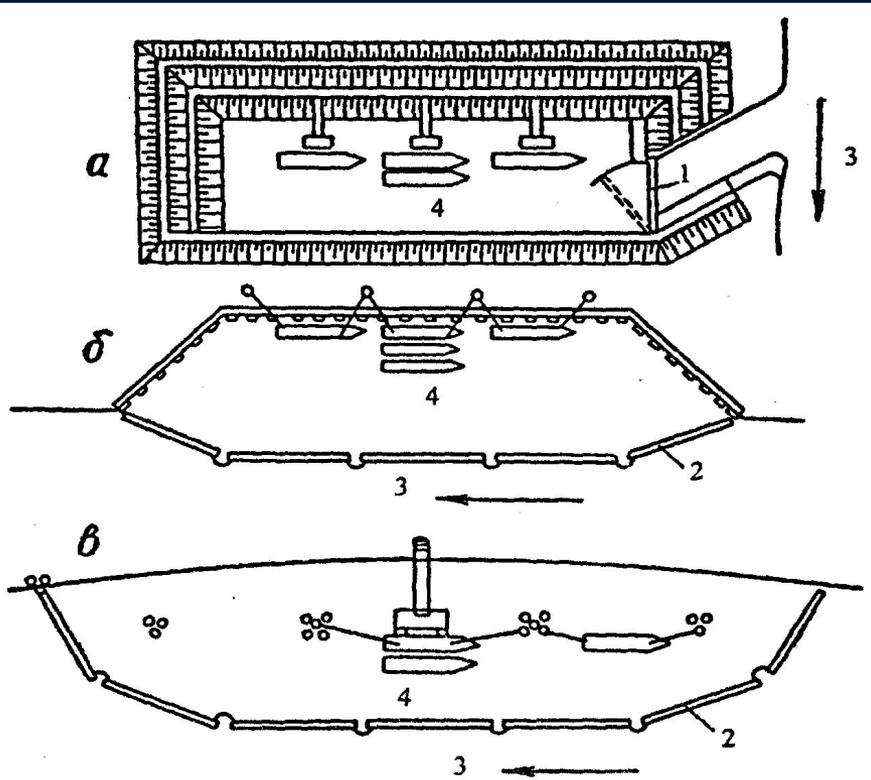


Рис 14.9. Схемы современных гаваней трех типов:

→ — направления движения судна

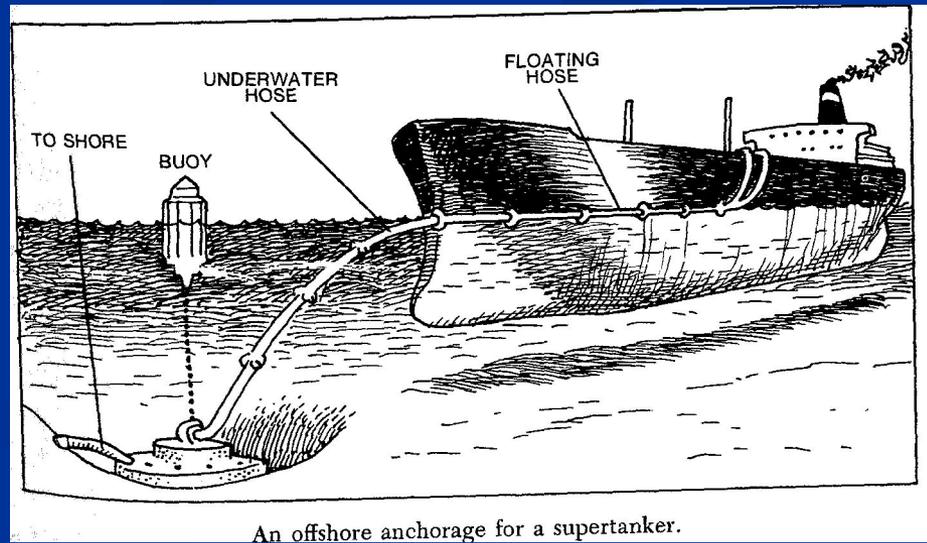
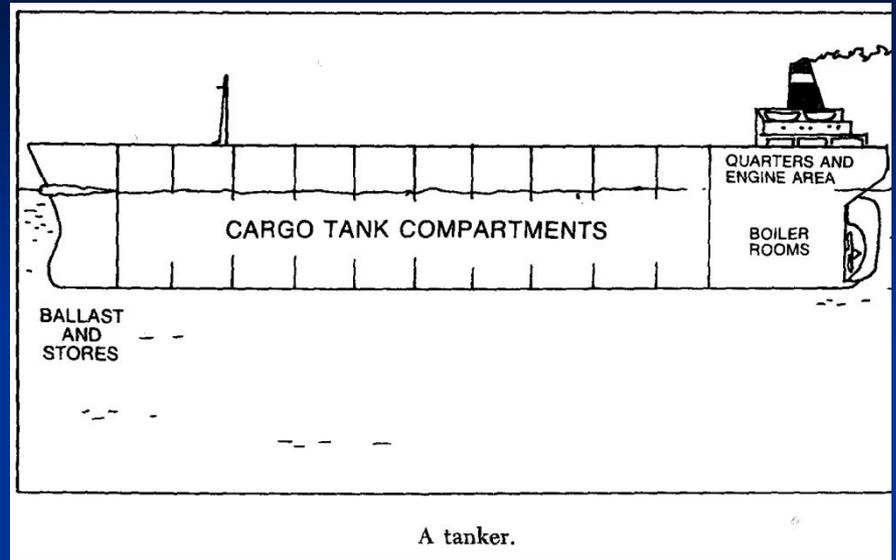
1 — затвор; 2 — боковые ограждения;

3 — водное пространство; 4 — акватория нефтегаваней.

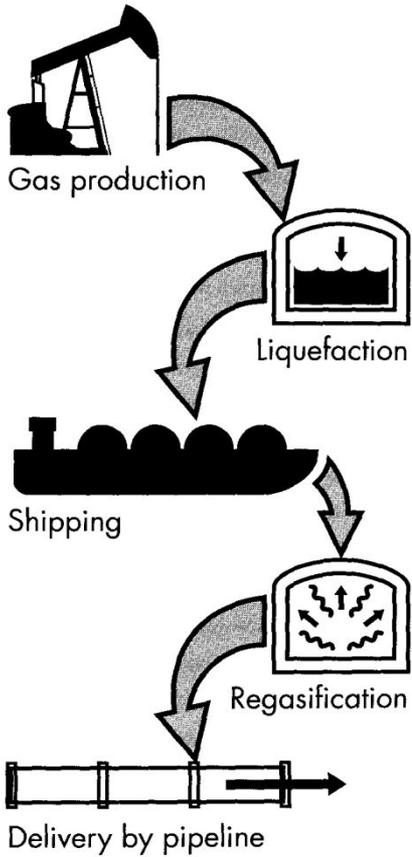
а) в виде туикового бассейна;

б) в виде выемки части берега;

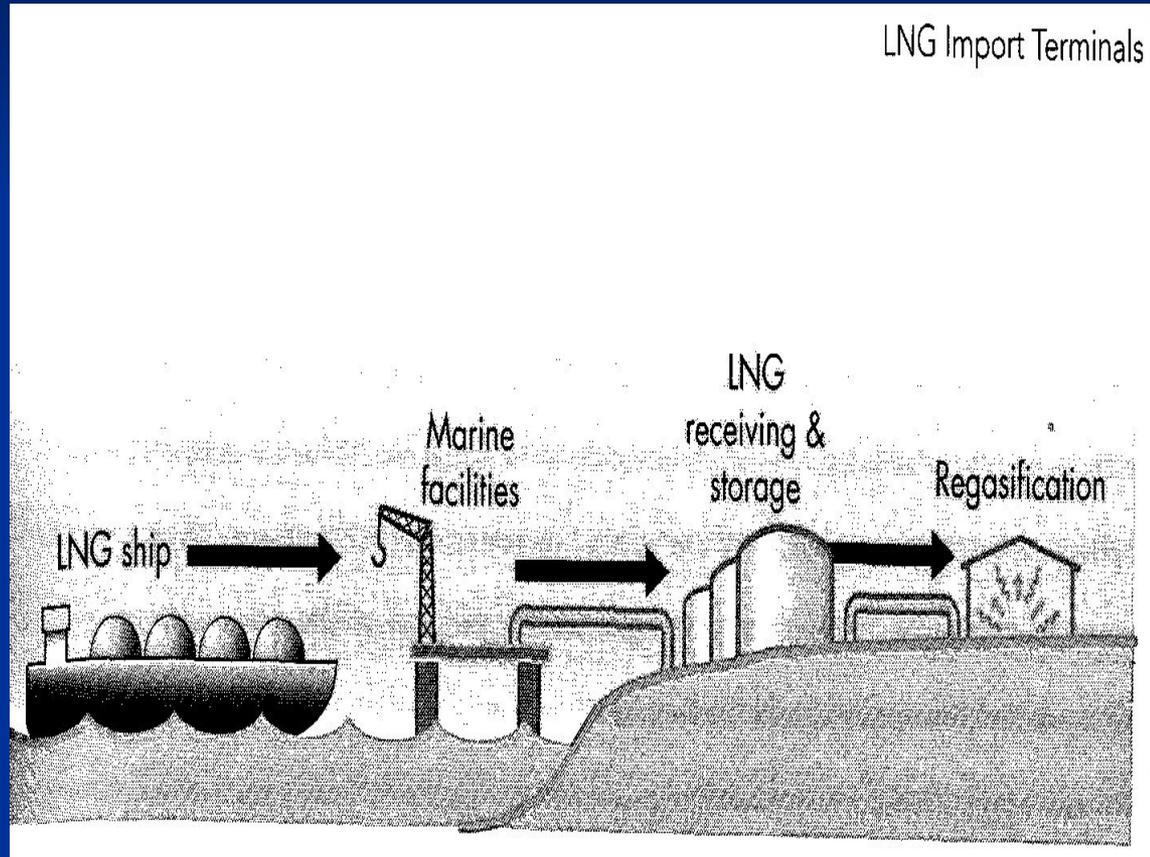
в) в виде огражденной акватории у берега;



# CIIT - LNG



The LNG value chain



# Железнодорожный транспорт

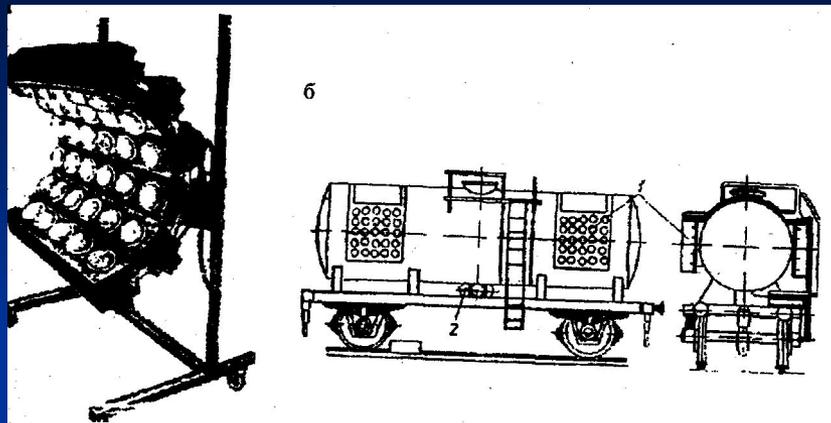


Рис. 10.1. Ламповый нагреватель инфракрасного излучения криволинейной формы (а) и его установка на цистерне (б):

- 1 — излучатели светло-красного накала;  
2 — излучатели темно-красного накала

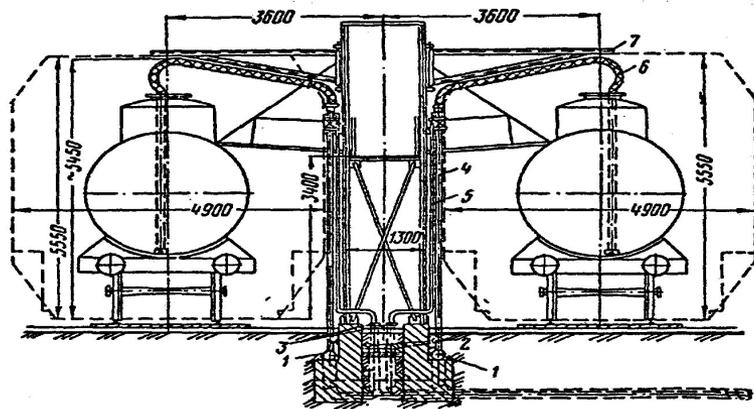


Рис.14.8. Двусторонняя комбинированная сливо-наливная эстакада типа КС:

- 1 — коллекторы для нефтепродуктов; 2 — коллекторы зачистные; 3 — штуцера для слива из поврежденных цистерн; 4 — сливо-наливной стояк; 5 — зачистной стояк; 6 — гибкий шланг; 7 — поворотная консоль

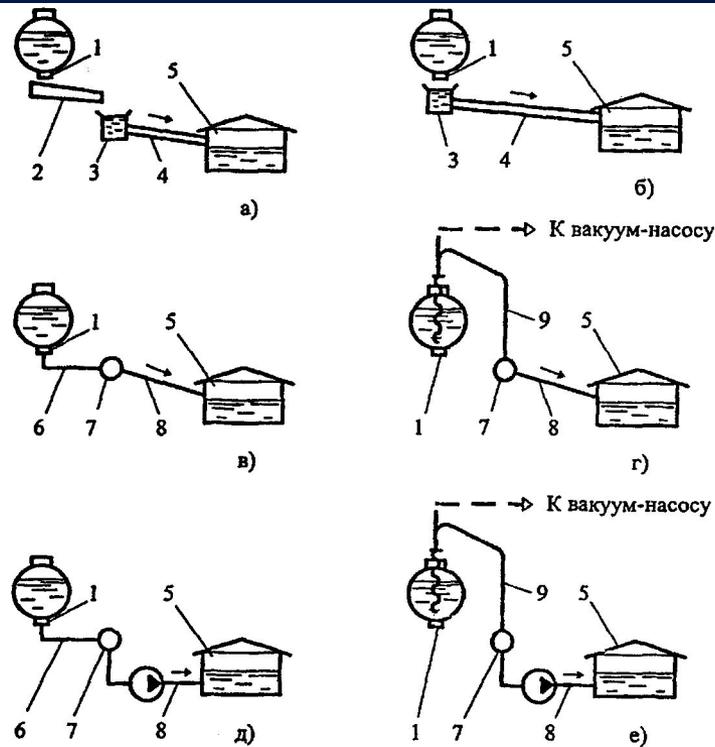


Рис. 14.7. Применяемые схемы слива нефтепродуктов из железнодорожных цистерн:

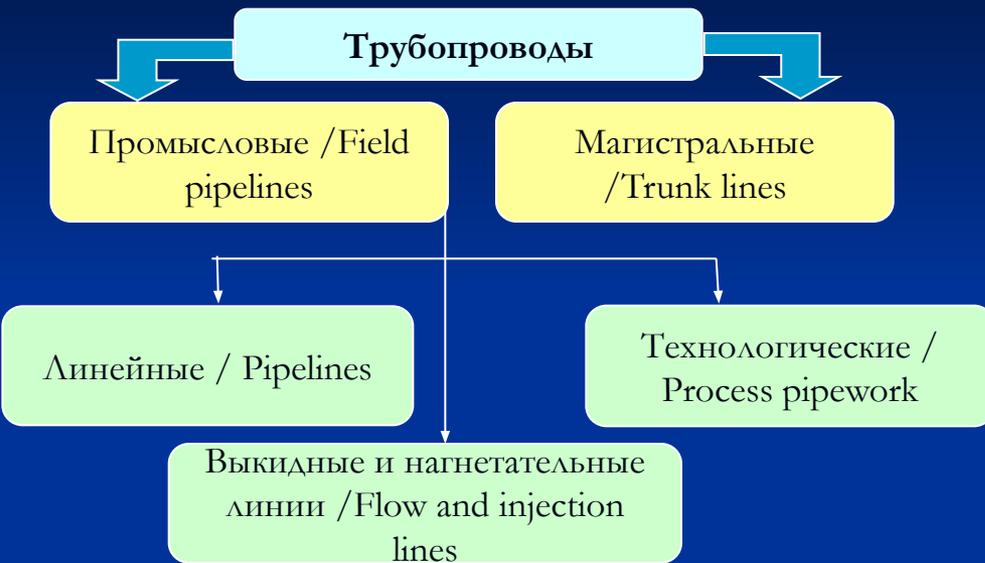
- а) открытый самотечный слив; б) межрельсовый слив;  
в) закрытый самотечный слив; г) сифонный самотечный слив;  
д) принудительный нижний слив; е) принудительный верхний слив

- 1 — нижний сливной прибор; 2 — переносной желоб; 3 — центральный желоб  
4 — трубопровод; 5 — нулевой резервуар; 6 — шарнирно-сочлененные трубы  
7 — коллектор; 8 — соединительный трубопровод; 9 — сливной стояк; 10 — насос; 11 — приемный резервуар

# Трубопроводы - планирование

- Полоса отвода (на период строительства) - wayleave
- Right of way (ROW) - трасса трубопровода
- Охрана природы
  - ТЭО – Feasibility Study
  - EIA – Environmental Impact Assessment – оценка воздействия на окружающую среду

# Типы трубопроводов



До 2015 г.

Из армированного стеклопластика / Glass reinforced plastic, GRP (FRP)

Металлические / Metallic

Назначение т/п – PL service  
Транспортируемая среда - Fluid

Нефтепроводы / Oil pipelines

Газопроводы / Gas lines

Водоводы / Water lines

Обозначение трубопроводов: от какой точки до какой точки.  
Например: «Т.вр. к18 – ДНС-21»

> 10 МПа >

Высоко (напорные)/High pressure pipelines

Низкого давления)/Low pressure pipelines

# Укладка и монтаж трубопроводов – последовательность операций

- Проектно-изыскательские работы, ПИР (design and survey)
- Завоз техники и труб, укладка плетей (sections) вдоль трассы (stringing)
- Землеройные работы, подготовка «постели» (excavation, bed preparation)
- Укладка трубопровода (pipeline laying)
- Закрепление трубопровода (anchoring, securing)
- Сварка и изоляция стыков (welding, joints insulation)
  - Установка термоусаживаемых манжет (heat-shrinkable sleeves)
- Диагностика сплошности покрытия и проведение испытаний – опрессовка (coating integrity inspection, pressure tests)
- Засыпка (backfilling)
- Установка предупредительных и информационных знаков (marking the ROW)



# Укладка и монтаж трубопроводов – оборудование и механизмы

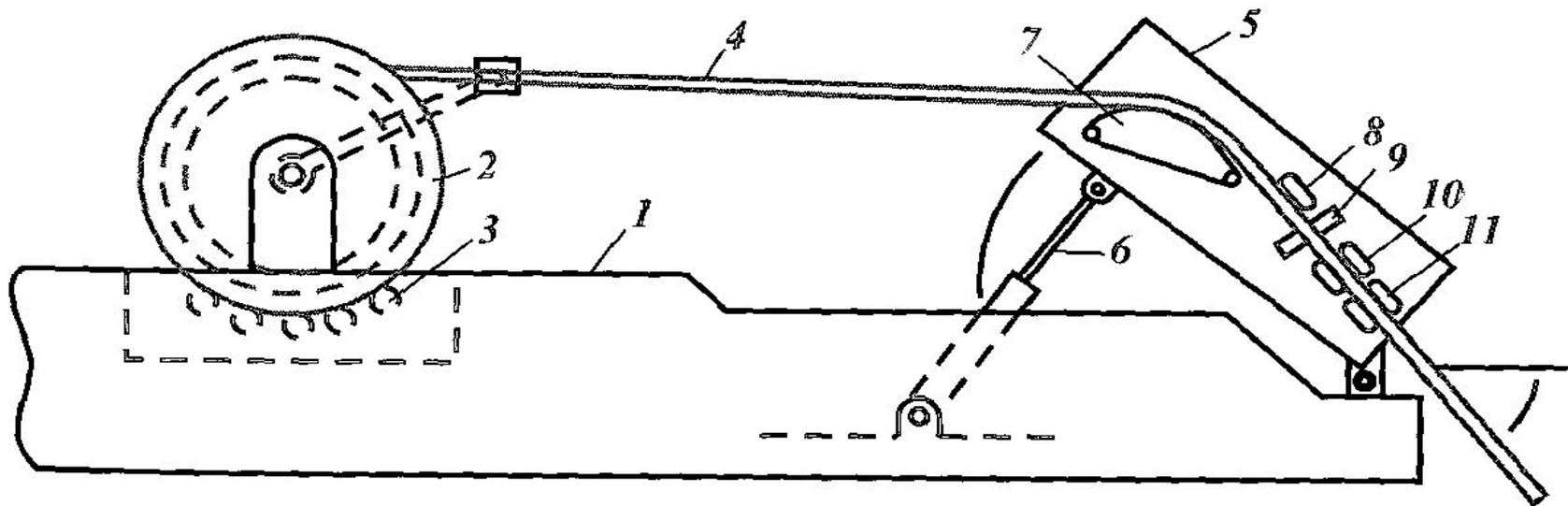
- Землеройная техника
  - Бульдозер (bulldozer)
  - Экскаватор (backhoe/ bobcat/ backfiller)
  - Трактор (tractor)
- Средства для укладки т/п
  - Трубоукладчик (pipe-layer) →
- Оборудование для сварки
  - Полуавтоматическая сварочная станция (weld station)
  - Ручная дуговая сварка металлическим покрытым электродом (shielded manual metal arc welding) →
- Вспомогательное оборудование
  - Гидравлический ключ (hydraulic tongs)
  - Центратор (centering skid)
  - Шлиф. машинка, «болгарка» (grinder) →
  - Анкера (anchors)
  - Пригруз (swamp block)
  - «Полотенца»/стропы (slings)
  - Машина для резки труб (pipe cutting machine)



Сварной шов – weld/ welded joint



# Подводные трубопроводы – баржа-трубоукладчик



Конструкция баржи-трубоукладчика  
с вертикальным расположенным барабаном

1 – баржа; 2 – барабан; 3 – электродвигатели; 4 – трубопровод;  
5 – направляющее устройство; 6 – тяга; 7 – изгибающий шаблон;  
8, 9, 10 – правильные башмаки; 11 – натяжное устройство

# Трубопроводы – нелинейная часть

- Головные сооружения (УКПГ/ЦПС)
- Компрессорные и насосные станции – среднего давления и дожимные – КС (КСД) и (ДКС)
- Нефтебазы и подземные хранилища газа
- Газораспределительные станции (ГРС)

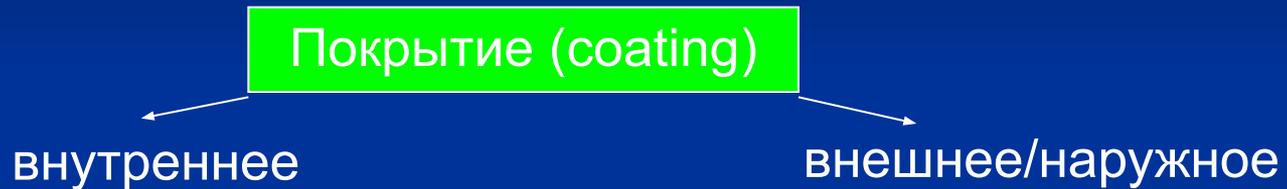
# Линейные сооружения трубопровода

Линейные сооружения согласно СНиП 2.05.06 — 85 включают:

- трубопровод (от места выхода с промысла подготовленной к дальнейму транспорту товарной нефти) с
  - ответвлениями и лупингами (branches, looping)
  - запорной арматурой (shut-off valves)
  - переходами через естественные и искусственные препятствия (crossings)
  - узлами подключения нефтеперекачивающих станций (access points)
  - узлами пуска и приема очистных устройств и разделителей при последовательной перекачке (pig receivers and launchers);
- установки электрохимической защиты трубопроводов от коррозии (electrochemical protection units),
- средства телемеханики трубопровода (remote control systems),
- линии электропередачи, предназначенные для обслуживания трубопроводов, и устройства электроснабжения и дистанционного управления запорной арматурой и установками электрохимической защиты трубопроводов (power lines, power supply facilities),
- противопожарные средства, противоэрозионные и защитные сооружения трубопровода (firefighting means, erosion protection systems),
- емкости для хранения и разгазирования конденсата, земляные амбары для аварийного выпуска нефти (condensate tanks, pits),
- здания и сооружения линейной службы эксплуатации трубопроводов (maintenance facilities),
- постоянные дороги и вертолетные площадки, расположенные вдоль трассы трубопровода, и подъезды к ним (paved roads, helipads),
- опознавательные и сигнальные знаки местонахождения трубопровода, указатели и предупредительные знаки (markers, (warning) signs),
- пункты подогрева нефти, теплотрасса (heat tracing).

# Футеровка, покрытия

- **Футеровка (lining)**— специальная отделка для обеспечения защиты поверхностей от возможных механических или физических повреждений.



- Лакокрасочное покрытие – paint coating
  - Эпоксидная смола – ероху
- Битумная изоляция – bitumen coating
  - Мастика - bituminous cement
- Грунтовка, праймер – primer coating
- Армирование – reinforcement
- Защитная обертка – protective wrap
- Санация (см. след слайд) – pull-through lining

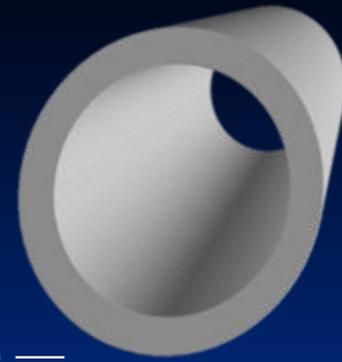
## Проверяется:

Толщина – thickness

Сплошность – continuity

Адгезия – adhesion

# Труба: характеристики



- Диаметр внутренний — Inside/internal diameter, ID
- Диаметр условного прохода ( $D_u$ ,  $D_y$ ) / диаметр номинальный ( $D_n$ ,  $D_H$ ) — величина внутреннего диаметра, округленная до ближайшего стандартного ряда — Nominal diameter
- Диаметр наружный, основная размерная характеристика — Outside diameter, OD
- Толщина стенки. Обозначается:  $s$  или  $t$  (от англ.: thickness) — Wall thickness
- Давление рабочее ( $P_{раб}$ ), при фактической температуре среды — Working/effective pressure
- Давление условное ( $P_y$ ) - наибольшее избыточное давление, измеряемое в паскалях (Па) при температуре 293 К (20°C), при котором обеспечивается длительная работа трубопроводов и их элементов - Nominal/rated pressure, PN
- Давление испытательное/ опрессовки/ пробное ( $P_{исп}$ ,  $P_{пр}$ ), которое больше рабочего давления — Test pressure
- Давление избыточное (манометрическое) - Разность абсолютного давления и давления окружающей среды, показываемого манометром - Overpressure
- Температура рабочая — Working/effective temperature

# Типы стали

**Сталь**  
(по химическому составу)

Углеродистая - carbon steel

низкоуглеродистая  
low-carbon  
( $< 0,25 \% C$ )

среднеуглеродистая  
medium-carbon  
( $0,3—0,55 \% C$ )

высокоуглеродистая  
high-carbon  
( $0,6—0,85 \% C$ )

Легированная - alloy steel (+Cr, Ni, Cu, N, V, etc.)

низколегированная  
low-alloy

среднелегированная  
medium-alloy

высоколегированная  
high-alloy

## Методы термообработки

закаливание

quenching / hardening

улучшение

hardening & tempering

нормализация

normalization

отпуск

tempering

отжиг

annealing



Железная руда (iron ore) для производства стали

# Марки (grades) и маркировка (marking) стали

## Классификации:

- ГОСТ
- EN - Евро норма
- SAE - Society of Automotive Engineers
- ASTM – стандарт США
- International Organization for Standardization ISO/TS
- Марки по стандартам Японии
- DIN – марки по стандартам ФРГ
- GB – марки по стандартам Китая

Марка стали ГОСТ	Обозначение марки по зарубежным стандартам		Химический состав, %						
	EN	ASTM	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Ti
	Евро норма	США							
08X18H10T	1.4541	321	≤0,08	≤2,0	≤1,0	17,0-19,0	9,0-12,0	н/о	5xC-0,7
12X18H10T	1.4878	321 (321H)	≤0,12	≤2,0	≤1,0	17,0-19,0	9,0-12,0	н/о	4xC-0,8
03X17H14M2	1.4401	316	≤0,08	≤2,0	≤1,0	16,0-18,0	10,0-14,0	2,0-2,5	н/о
03X17H14M3	1.4435	316S	≤0,08	≤2,0	≤1,0	16,0-18,0	12,0-14,0	2,5-3,0	н/о
03X17H14M3	1.4435	316L	≤0,03	≤2,0	≤1,0	17,0-19,0	10,0-14,0	2,0-3,0	н/о
08X17H13M2T	1.4571	316Ti	≤0,08	≤2,0	≤0,75	16,0-18,0	11,0-12,5	2,0-3,0	5xC-0,8
20X23H18	1.4845	310S	≤0,08	≤2,0	≤0,75	24,0-26,0	19,0-21,0	н/о	н/о

# Арматура - Valves

- **Трубопроводная арматура** — устройство, устанавливаемое на трубопроводах (сосудах) и предназначенное для управления (отключения, распределения, регулирования, сброса, смешивания, фазоразделения) потоками рабочих сред путем изменения площади проходного сечения.
- Классификация арматуры по типам
  - **Задвижка** - slide valve - запирающий или регулирующий элемент перемещается перпендикулярно оси потока рабочей среды
  - **Клапан (вентиль)** - valve - запирающий или регулирующий элемент перемещается возвратно-поступательно параллельно оси потока рабочей среды или затвор в виде тарелки совершает движение по дуге.
  - **Кран** - cock / tap valve - запирающий или регулирующий элемент в форме тела вращения или его части поворачивается вокруг собственной оси
  - **Дисковый затвор** (заслонка, поворотный затвор, герметический клапан, гермоклапан) - butterfly valve - запирающий или регулирующий элемент имеет форму диска, поворачивающегося вокруг оси, перпендикулярной или расположенной под углом к направлению потока рабочей среды

# Арматура - Valves

## По назначению

### ■ Трубопроводная арматура .

- Запорная - gate valve
- Регулирующая и распределительная - control valve
- Предохранительная (перепускной клапан)- bypass valve
- Защитная (обратный клапан check valve, отсекающий клапан - shutdown valve)
- Смесительная - mixing valve
- Фазоразделительная - phase separator

} Safety valves

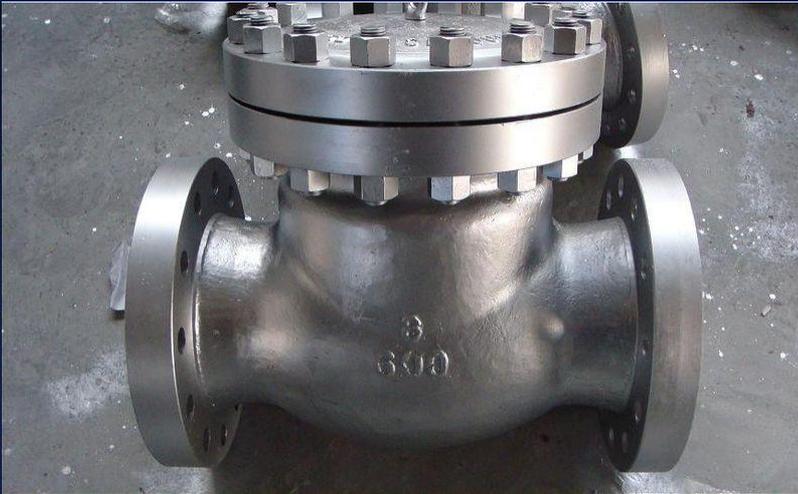
- Фланцевая - flanged valve
- Муфтовая - couple valve
- Цапковая - threaded-end valve
- Штуцерная - choke valve
- Под приварку - welded valve

По конструкции  
присоединительных патрубков

## По типам

- **Задвижка** - slide valve
- **Клапан (вентиль)** - valve
- **Кран** - cock / tap
- **Дисковый затвор** (заслонка, поворотный затвор, герметический клапан, гермоклапан) - butterfly valve

# Арматура - Valves



Обратный клапан – check valve



Шаровой кран - ball cock



Дисковый затвор – butterfly valve

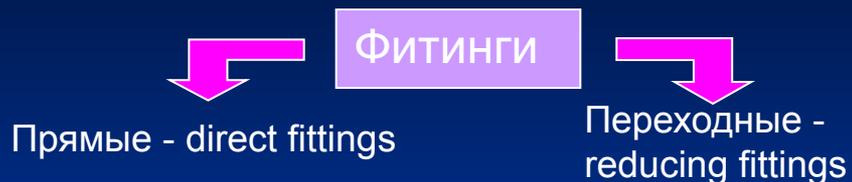


Регулирующий клапан с электроприводом – control valve with electric drive



Шибберная задвижка - slide valve

# Фасонные изделия, фитинги и ЭЛЕМЕНТЫ



Различные фасонные изделия - shapes



Компенсатор продольного сдвига

Фасонные изделия и фитинги на трубопроводе	
тройник	tee
крестовина	cross (c. tee)
изгиб/поворот	turn/bend
отвод	branch
разветвление	branching
переход	reducing fitting
блок гребенок (БГ)	manifold
точка врезки	tie-in point
муфта	coupling / sleeve joint
перепуск / байпас	bypassing
заглушка	plug
фланец	flange
компенсатор	extension joint
«катушка»	spool



Фланцевое соединение газовых труб

# Диагностика и обслуживание трубопроводов

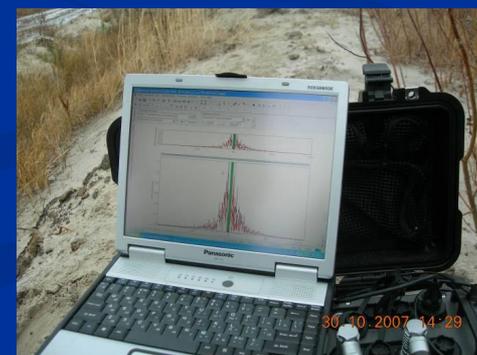
Диагностика	Обслуживание
Визуальный осмотр – visual inspection	Патрулирование – patrolling/ line walking
Разрушающий контроль, контактная диагностика - Destructive Testing (DT)	Ремонт – repair
<u>Неразрушающий контроль, бесконтактная диагностика – Non-Destructive Testing (NDT)</u>	Промывка – flushing
УЗК – ultrasonic testing/ UT	Очистка - pigging
Вихретоковый контроль – eddy current test	ППР – preventive maintenance
Вибродиагностический контроль – vibrodiagnostics	Замена - replacement
Капиллярный контроль - dye penetrant inspection	Ингибирование - inhibition
Магнитопорошковая дефектоскопия - magnetic particle inspection	ЭХЗ - electrochemical protection
Внутритрубная диагностика – in-line inspection	
Толщинометрия – wall thickness gauging	
ЭПБ – industrial safety expert review	

Шурф - dig  
Зачистка – clean-up  
Пескоструйная обработка – grit blasting  
Порыв / отказ - leak  
Хомут – clamp / patch

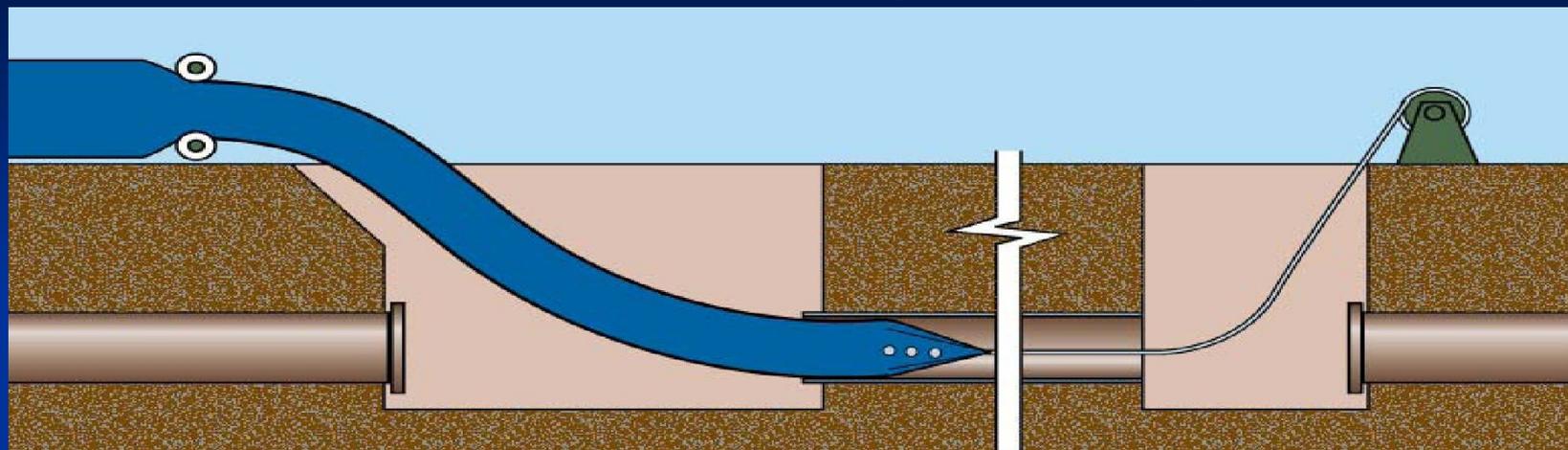


# Некоторые современные методы диагностики (НРК)

- Магнитная томография - Magnetic tomography
- Магнитометрия - Magnetometry
- Длинноволновая УЗД - LRUT

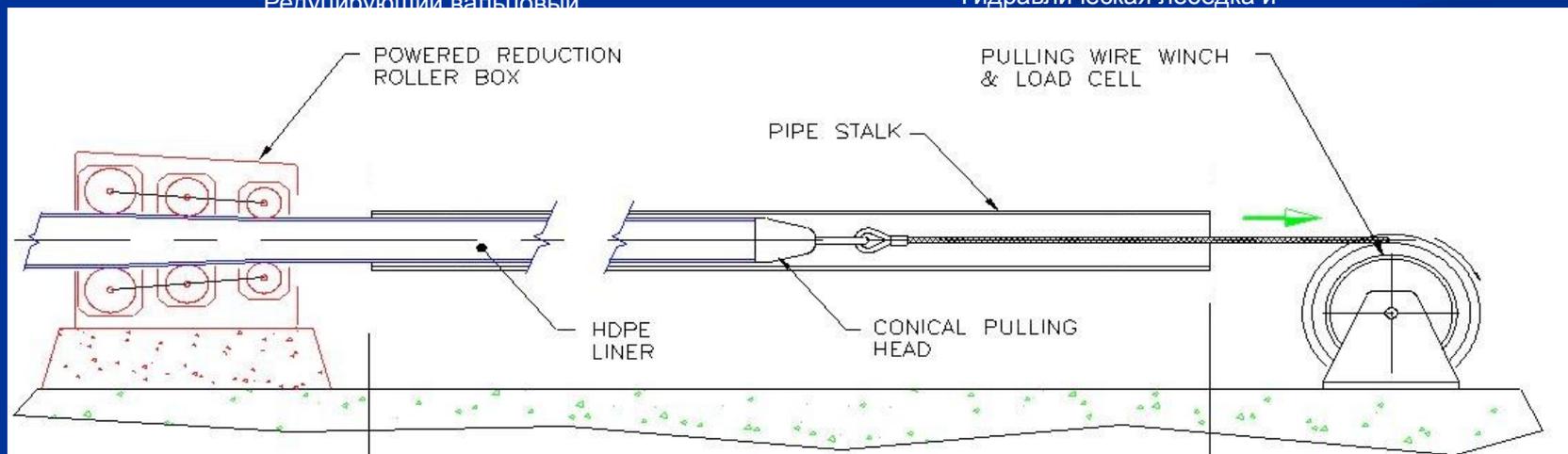


# Санация трубопровода – протяжка «чужка» - Pull-Through Lining



Редукторный вальцовый

Гидравлическая лебедка и



# Коррозия и борьба с ней

## Extent of corrosion - площадь коррозии

uniform/general corrosion – сплошная коррозия

localized corrosion – локальная коррозия

pitting – локальная коррозия

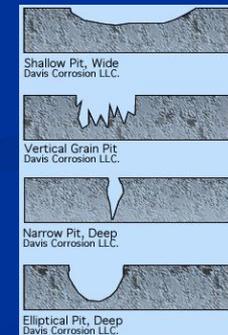
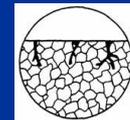
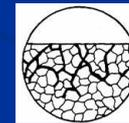
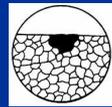
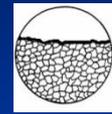
питтинговая коррозия

язва

through-wall corrosion – сквозная коррозия (свищ)

intergranular corrosion – межкристаллитная коррозия (МКК)

corrosion cracking – коррозионное растрескивание



# Коррозия и борьба с ней

## Типы коррозии по механизму возникновения

sulphate-reducing bacteria corrosion	SRB corrosion	коррозия, вызванная сульфатвосстанавливающими бактериями
hydrogen sulphide corrosion	H <sub>2</sub> S corrosion	сероводородная коррозия
carbon dioxide corrosion	CO <sub>2</sub> corrosion	углекислотная коррозия
selective attack/leaching		избирательная коррозия
microbially induced corrosion microbiologically influenced corrosion	MIC	биокоррозия
oxygen corrosion		кислородная коррозия
galvanic corrosion		электрохимическая коррозия
sour corrosion		коррозия сернистыми нефтепродуктами
corrosion under insulation	CUI	коррозия под изоляцией

# Коррозия и борьба с ней

corrosion prevention

corrosion control

corrosion mitigation

борьба с коррозией

corrosion monitoring – коррозионный мониторинг

corrosion coupon – образец-свидетель

corrosion rate - скорость коррозии

corrosion inhibitor – ингибитор коррозии

anti-corrosion coating – антикоррозионное покрытие

electrochemical protection – электрохимическая защита (ЭХЗ)

cathodic protection (CP) – катодная защита (КЗ)

■ sacrificial anode cathodic protection – протекторная защита

■ impressed current cathodic protection (ICCP) – катодная защита

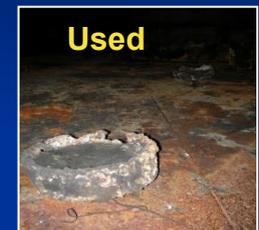
наложенным током

corrosion control unit – узел контроля коррозии (УКК)

corrosion resistant materials – коррозионно-стойкие материалы



Sacrificial anode - протектор



# Демонтаж трубопроводов

Как показывают опыт эксплуатации трубопроводов и результаты обследований, внутренняя коррозия выводит промышленные трубопроводы из эксплуатации за 5-10 лет, магистральные трубопроводы – за 30-50 лет, трубопроводы системы газораспределения – за 40-50 лет, водоводы – за 10-20 лет.

Различные варианты утилизации демонтированных труб :

1. Продажа подрядчику по демонтажу
2. Передача на нужды ДКС (для изготовления других деталей и металлоконструкций, повторного использования в качестве свай и опорных конструкций);
3. Сдача на металлолом (scrap metal disposal)



- Демонтаж - dismantlement
- Наследие - legacy
- Вывести из эксплуатации – put out of operation
- Рекультивация земель – land remediation
- Законсервировать - plug

# Часть 4. HSE ОТ, ПБ и ООС

# Направления деятельности

- HSE = SHE = EHS = HSSE – ОТ, ПБ и ООС
- Охрана труда – occupational safety and health
  - PPE (personal protective equipment) – СИЗ (средства индивидуальной защиты)
- Промышленная безопасность – industrial safety
  - Integrity control – обеспечение целостности и работоспособности оборудования
- Охрана окружающей среды – environmental protection

# Аварии и происшествия

- Incident - происшествие
- Accident - авария
- Failure – отказ
- Major incident – крупное происшествие
- HiPo (high potential incident) – потенциально опасное происшествие
- Near miss – предпосылка к происшествию
- Significant incident – значительное происшествие
- Minor incident – мелкое происшествие
- Leak / loss of containment – разгерметизация
- Утечка / протечка / порыв – leak / rupture / breakage
- Пожар / взрыв – fire / explosion
- RTA (road traffic accident) – ДТП
- Power line contact – повреждение линии электропередач
- Mechanical damage – механические повреждения

# Травмы и пострадавшие

- Получить травму – to be/get injured
- Травма – injury
- Смертельный случай – fatality
- DAFWC (days away from work case) – случай временной потери трудоспособности
- Work-related injury – несчастный случай на производстве / производственная травма
- Work-related – связанный с производством
- Health-related – связанный с состоянием здоровья
- Alcohol-related – связанный с алкоголем

# Охрана окружающей среды

- Очистка замазученности – cleanup of oil-polluted area
- Ликвидация бездействующих объектов (ЛБО) – elimination of redundant facilities (ERF)
- Ликвидация исторических экологических нарушений (ЛИЭН) – elimination of legacy environmental violations (ELEEV)
- Рекультивация земель - land reclamation / remediation