



Характеристика, состав и свойства нефти и нефтепродуктов.



Характеристика, состав и свойства скважинной продукции



Из скважин вместе с нефтью или газом
поступают:

- 1. пластовая вода;***
- 2. попутный газ или нефть;***
- 3. твердые частицы механических примесей, горных пород, затвердевшего цемента.***





В скважинах углеводороды находятся:

- **в жидком состоянии**
- **в газообразном состоянии**
- **в виде газожидкостных смесей.**

Согласно ГОСТ Р 51858-2002

Сырая нефть – трёхфазная система, содержащая нефть, растворённый газ, пластовую воду и механические примеси.

Товарная нефть – однофазная нефтяная система, подготовленная к поставке потребителю в соответствии с требованиями действующих нормативных и технических документов

Элементный состав нефти



- углерод (82... 87%),
- водород (11... 14,5%),
- кислород (до 0,35%, редко до 0,7%),
- азот (до 1,8%),
- сера (до 5,3%, редко до 10%).

В незначительных количествах содержится еще более 50 элементов, в т.ч. металлы (кальций, магний, железо, алюминий, ванадий, никель, натрий и др) и галогены (хлор и йод).

Фракционный состав НЕФТИ



Принято разделять нефти и нефтепродукты путем перегонки на отдельные компоненты, каждый из которых является менее сложной смесью. Такие компоненты называют фракциями или дистиллятами.

Нефть и ее фракции характеризуются температурными пределами начала кипения и конца кипения

Определяют по ГОСТ 11011–85
или по ГОСТ 2177

Аппарат ректификации АРН-2
ГОСТ 11011-85

Перегонка нефти до температуры 500 °С



Полуавтоматический аппарат АФС-1
ГОСТ 2177-82

Технические характеристики

Мощность колбонагревателя макс., Вт
1000

Диапазон регулирования мощности нагрева, % 20-100

Диапазон температур, °С 35...400

Погрешность измерения температуры:
паров нефтепродукта, °С ±0,5
температуры теплоносителя в бане, °С ±1,2





Нефти различных месторождений различаются по фракционному составу – содержанию легких, средних и тяжелых дистиллятов

Большинство нефти содержит:

- **15...25% легких бензиновых фракций, выкипающих до 180 °С;**
- **45...55% фракций, перегоняющихся до 300...350 °С.**



Основные фракции нефти:

- 28–180 °С – широкая бензиновая фракция;**
- 140–200 °С – уайт–спирит;**
- 180–320 °С – широкая керосиновая фракция;**
- 150–240 °С – осветительный керосин;**
- 180–280 °С – реактивное топливо;**
- 140–340 °С – дизельное топливо (зимнее);**
- 180–360 °С – дизельное топливо (летнее);**
- 350–500 °С – широкая масляная фракция;**
- 380–540 °С – вакуумный газойль.**



Групповой состав нефти
(химическая классификация)



6 классов нефти:

- парафиновые,
- парафино-нафтеновые,
- нафтеновые,
- парафино-нафтено-ароматические,
- нафтено-ароматические,
- ароматические.



Групповой состав нефти (технологическая классификация)



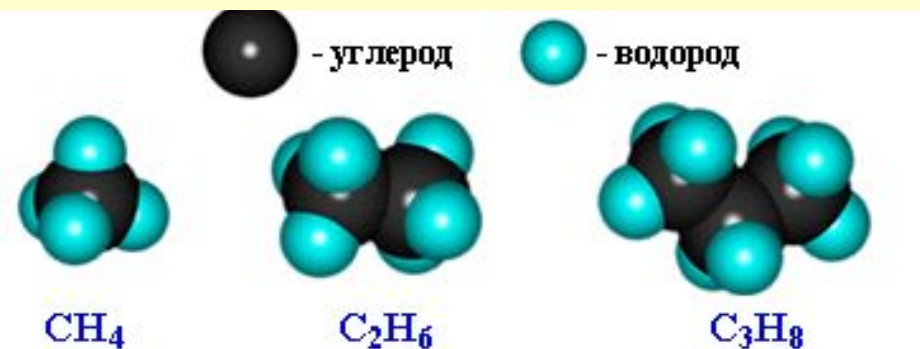
3 класса нефти:

1. метановая нефть - в нефти преобладает углеводороды метанового ряда **АЛКАНЫ**

2. нафтеновая нефть - в нефти преобладают углеводороды нафтенового ряда **НАФТЕНЫ**

3. ароматическая нефть - в нефти преобладают углеводороды ароматического

Модуль 1: Основные физико-химические свойства скважинной продукции, определяющие условия подготовки, транспорта и хранения



Алканы нефти $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ – это насыщенные углеводороды (в них отсутствуют двойные связи).



Жидкие

От C_5 до C_{15} , жидкости, входящие в состав бензиновых ($\text{C}_5\text{...C}_{10}$) и керосиновых ($\text{C}_{11}\text{...C}_{15}$) фракций нефти.

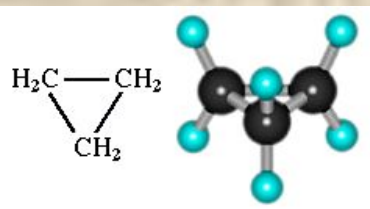
Газообразные

$\text{C}_1\text{...C}_4$: метан, этан, пропан, бутан и изобутан, а также 2,2-диметилпропан

Твердые

C_{16} и выше при нормальных условиях – твердые вещества, входящие в состав нефтяных парафинов и церезинов.

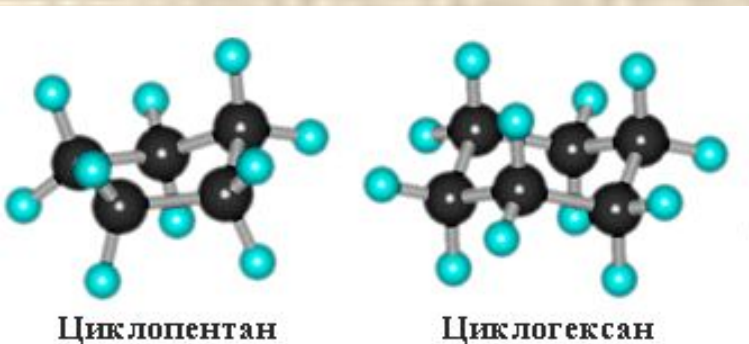
Модуль 1: Основные физико-химические свойства скважиной продукции, определяющие условия подготовки, транспорта и хранения



простейший циклоалкан –
циклопропан (C_3H_6)

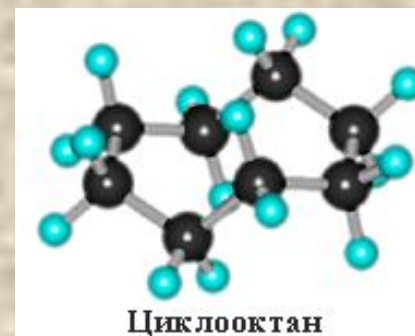


Нафтеновые углеводороды нефти C_nH_{2n}
(циклоалканы) - циклические насыщенные углеводороды



Циклопентан

Циклогексан



Циклооктан

Ароматические углеводороды (арены)

C_nH_{2n-6} ($n > 6$)

Простейшим углеводородом ароматического ряда является бензол C_6H_6 .



Гетероатомные соединения

Гетероатомные соединения – соединения, в которых кроме углерода и водорода в состав молекул входят кислород, сера, азот, металлы, неметаллы. Они разделяются на следующие классы.

Кислородсодержащие

Серосодержащие

Азотсодержащие

Смолы и асфальтены

Подавляющая часть гетероатомных соединений содержится в наиболее высокомолекулярных фракциях нефти, выкипающих выше 300 °С. В нефтях Западной Сибири на их долю приходится \approx до 15 %.



КЛАССИФИКАЦИЯ НЕФТЕЙ

По содержанию парафинов

- малопарафинистые (не выше 1,5 %)
- парафинистые (1,51 ... 6.00 %)
- высокопарафинистые (выше 6,00 %)

По содержанию серы

Классы нефти

Класс нефти	Наименование	Массовая доля серы, %	Метод испытания
1	Малосернистая	до 0,60 включительно	ГОСТ 1437 , ГОСТ Р 51858-2002
2	Сернистая	от 0,61 до 1,80	
3	Высокосернистая	от 1,81 до 3,50	
4	Особо высокосернистая	свыше 3,50	

По содержанию смол

- малосмолистые (меньше 5 %)
- смолистые (5... 15 %)
- высокосмолистые (выше 15 %)

Модуль 1: Основные физико-химические свойства скважиной продукции, определяющие условия подготовки, транспорта и хранения



Основные параметры нефтей России

Нефтедобывающий район	Плотность, (ρ_{20}), кг/м ³	Кинематическая вязкость (ν_{20}), мм ² /с	Температура застыв., °С	Содержание парафина, %
Края: Краснодарский	771–938	1,6–310,3	-54–3	0,5–8,3
Ставропольский	803–862	5,3–11,7	4–29	6,5–23,6
Республики: Башкортостан	846–918	6,7–89,8	-21– -70	2,1–6,8
Дагестан	802–886	10,4–48,7	-24– -13	5,7–25,5
Коми	822–849	6,2–13,8	-10– -40	2,0–10,4
Татарстан	846–910	8,7–98,3	-30– -52	3,5–5,1
Чеченская	789–924	3,0–163,4	-4– -60	0,8–8,5
Области Астраханская	762–879	1,3–13,6	-40–30	3,8–26,0
Волгоградская	798–923	3,0–163,4	-60– -4	0,8–8,5
Куйбышевская	790–882	2,5–27,1	-34–9	2,9–10,2
Оренбургская	808–933	4,2–57,4	-56– -15	1,8–7,1
Пермская	802–960	4,2–161,8	-60– -13	2,0–10,4
Саратовская	819–847	5,3–36,3	0–16	6,6–10,4
Томская	839–860	5,3–12,6	-52– -4	1,2–4,4
Тюменская	855–880	9,1–25,5	-30– -9	2,5–7,2

В результате химического процесса — перегонки нефти, от которой при разных температурах отделяются вещества (отгоны) в парообразном состоянии получают нефтепродукты.

Нефтепродукты — смеси углеводородов, а также индивидуальные химические соединения, получаемые из нефти и нефтяных газов. К нефтепродуктам относятся различные виды топлива (бензин, дизельное топливо, керосин и др.), смазочные материалы, электроизоляционные среды, растворители, нефтехимическое сырьё.

Сжиженные углеводородные газы (СУГ) — смесь сжиженных под давлением лёгких углеводородов с температурой кипения от -50 до 0 °С. Предназначены для применения в качестве топлива, а также используются в качестве сырья для органического синтеза. Состав может существенно различаться, основные компоненты: пропан, изобутан и н-бутан. Производятся СУГ в процессе ректификации широкой фракции лёгких углеводородов (ШФЛУ).

Газовые конденсаты — жидкие смеси углеводородов, выделяемые из природных газов при их добыче на газоконденсатных месторождениях.

В пластовых условиях при высоком давлении (от 10 до 60 МПа) и температуре в парообразном состоянии находятся некоторые бензино-керосиновые фракции. При разработке месторождений давление падает в несколько раз — до 4—8 МПа, и из газа выделяется сырой нестабильный конденсат, содержащий, в отличие от стабильного, не только углеводороды C5 и выше, но и растворённые газы метан-бутановой фракции.

Бензін — горючая смесь лёгких углеводородов с температурой кипения от 33 до 205 °С (в зависимости от примесей). Плотность около 0,70-0,78 г/см³. **Температура замерзания –72 °С** в случае использования специальных присадок.

Автомобильные бензины подразделяются на летние и зимние (в зимних бензинах содержится больше низкокипящих углеводородов).

Основные марки автомобильных бензинов ГОСТ Р 51105-97:

- **Нормаль-80** — с октановым числом по исследовательскому методу не менее 80;
- **Регуляр-92** — с октановым числом по исследовательскому методу не менее 92;
- **Премиум-95** — с октановым числом по исследовательскому методу не менее 95;
- **Супер-98** — с октановым числом по исследовательскому методу не менее 98

Лигроин или нафта — смесь жидких углеводородов, получают при прямой перегонке нефти или крекинге нефтепродуктов (выход 15-18 % от массы сырья). Пределы выкипания 150-250 °С. Прозрачная желтоватая жидкость. Основное применение — в качестве сырья для нефтехимической промышленности, при производстве олефинов. Также используется для производства бензина, в качестве сырья для производства высокооктановых добавок, используют как дизельное топливо или растворитель в лакокрасочной промышленности.

Классификация нафты:

- light naphtha — продукт не содержащий олефинов;
- light virgin naphtha — легкая прямогонная нафта;
- heavy naphtha — тяжелая нафта;
- full range naphtha — неочищенная нафта;

Характеристики качества:

Молекулярный вес в диапазоне 100—215 г/моль;
плотность в диапазоне 0,75-0,85 г/см³; **содержание серы** не более 0,02 % (для газоконденсатного лигроина);
кинематическая вязкость 1,1 мм²/с; **температура помутнения** не выше -60°С.

Керосин — горючая смесь жидких углеводородов (от C8 до C15) с температурой кипения в интервале 180—300 °С, прозрачная, бесцветная (или слегка желтоватая), слегка маслянистая на ощупь, получаемая путём прямой перегонки или ректификации нефти.

Плотность 0,78—0,85 г/см³ (при 20 °С), **вязкость** 1,2—4,5 мм²/с (при 20 °С), **температура вспышки** 28—72 °С

В зависимости от химического состава и способа переработки нефти, из которой получен керосин, в его состав входят:

- предельные алифатические углеводороды — 20—60 %
- нафтеновые углеводороды 20—50 %
- бициклические ароматические 5—25 %
- непредельные углеводороды — до 2 %

Дизельное топливо — жидкий продукт, топливо, получающееся из керосиново-газойлевых фракций прямой перегонки нефти с температурой выкипания 180—360 °С. Различают:

Летнее дизельное топливо: Плотность: не более 860 кг/м³. Температура вспышки: 62 °С. Температура застывания: –5 °С.

Зимнее дизельное топливо: Плотность: не более 840 кг/м³. Температура вспышки: 40 °С. Температура застывания –35°С.

Арктическое дизельное топливо: Плотность: не более 830 кг/м³. Температура вспышки: 35 °С. Температура застывания: –55 °С.

Гудрón — остаток, образующийся в результате отгонки из нефти при атмосферном давлении и под вакуумом фракций, выкипающих до 450—600 °С (в зависимости от природы нефти).

Выход гудрона — от 10 до 45 % от массы нефти.

Гудрон — вязкая жидкость или твердый асфальтоподобный продукт черного цвета с блестящим изломом. Содержит парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды (45-95 %), асфальтены (3-17 %), а также нефтяные смолы (2-38 %), адсорбируемые силикагелем из деасфальтизированного продукта.

Кроме того, в гудроне концентрируются практически все присутствующие в нефти металлы; так, содержание ванадия может достигать 0,046 %, никеля — 0,014 %.

Гудрон используют для производства дорожных, кровельных и строительных битумов, малозольного кокса, смазочных масел, мазута, горючих газов и моторного топлива.

Битумы — твёрдые или смолоподобные продукты, представляющие собой смесь углеводородов и их азотистых, кислородистых, сернистых и металлосодержащих производных. Битумы нерастворимы в воде, полностью или частично растворимы в органических растворителях; *плотностью* 0,95—1,50 г/см³.

По составу, зависящему от состава исходных нефтей и условий их преобразования, условно подразделяются на несколько классов: мальтены, асфальты, асфальтены, кериты и антраксолиты.

Нефтяные масла - сложная смесь высококипящих углеводородов. В составе масел присутствуют предельные, нафтеновые, ароматические и гибридные углеводороды, металлорганические и гетеропроизводные.

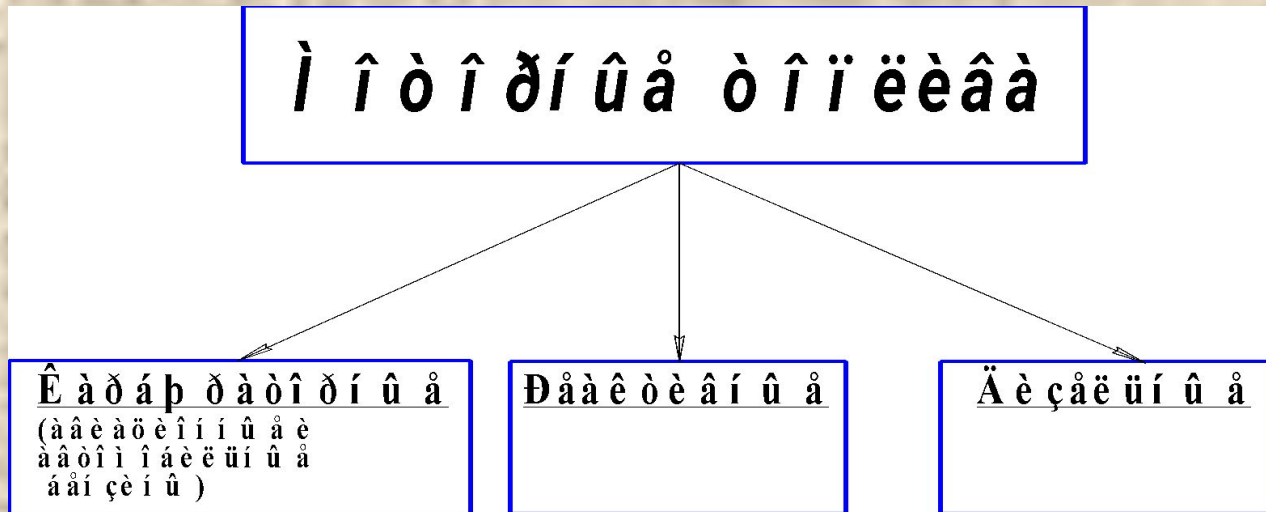
Получают масла в основном **вакуумной** перегонкой мазута и деасфальтизацией масляных гудронов (тяжёлых остатков от перегонки нефти). Важнейшими показателями эксплуатационных свойств масел являются ***вязкость, индекс вязкости, стабильность против окисления, смазочная способность, температура вспышки и застывания.***

Товарная номенклатура нефтепродуктов, область их применения

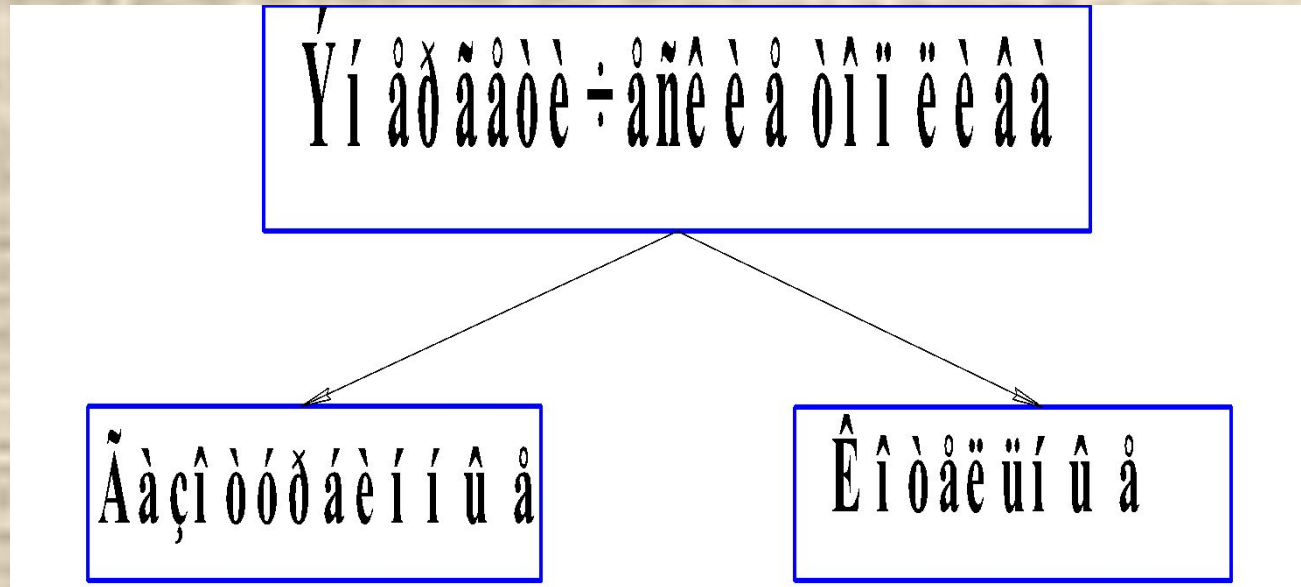
Различают следующие группы нефтепродуктов:

1. моторные топлива;
2. энергетические топлива;
3. нефтяные масла;
4. вяжущие материалы;
5. сырье для нефтехимии;
6. нефтепродукты специального назначения.

1. Моторные топлива делятся:

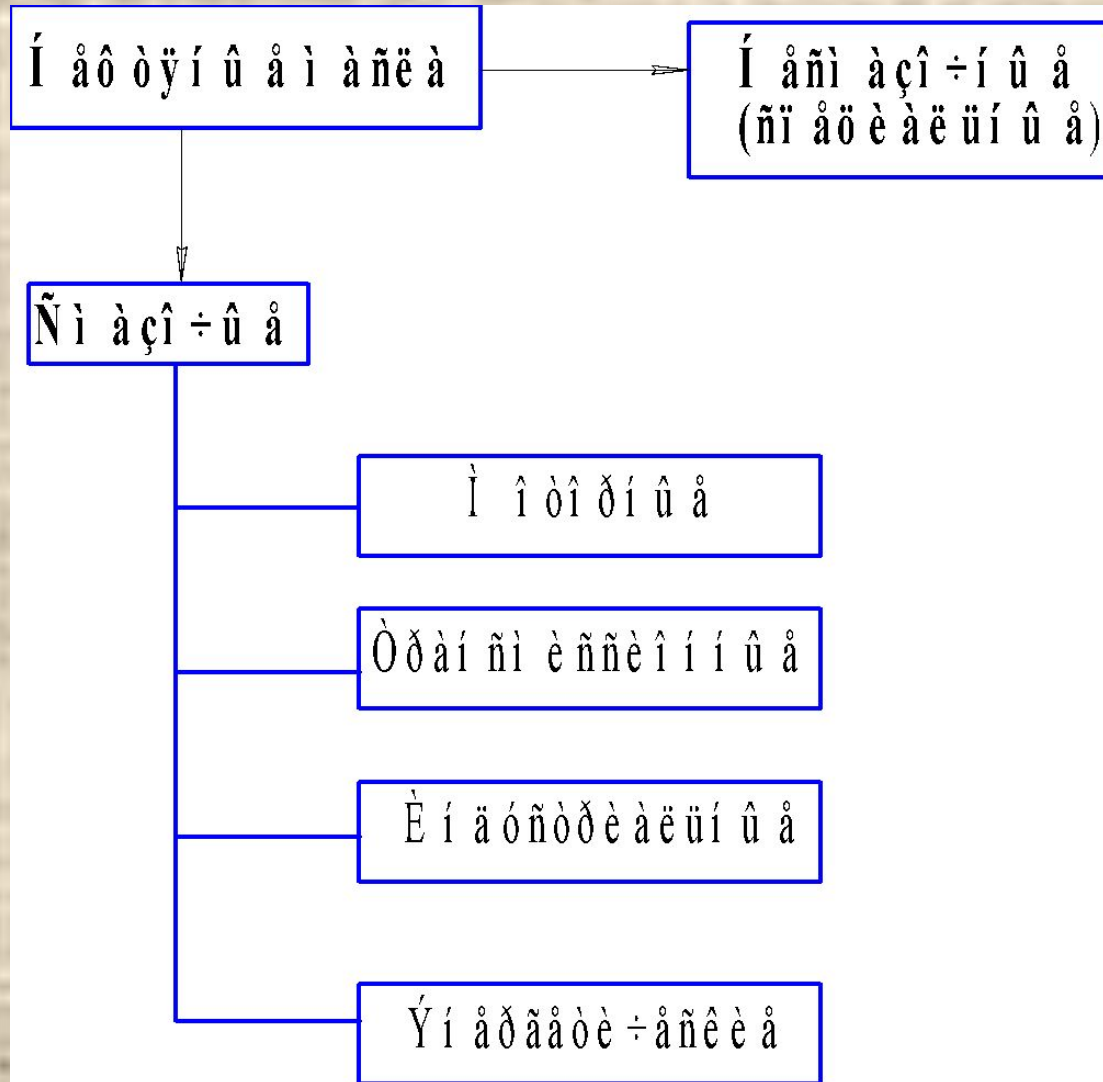


2. Энергетические топлива делятся на:



Газотурбинные установки – газообразные продукты сгорания подаются на лопатки газовой турбины, они вращаются и соответственно энергия вращения вала турбины превращается в механическую или электрическую энергию.

3. Нефтяные масла



4. Вяжущие материалы:

- нефтяные коксы;
- битумы;
- нефтяные пеки.

5. Сырье для нефтехимии:

- бензол, толуол, ксилол.
- сырье для пиролиза (прямогонные бензиновые фракции).
- парафины и церезины.

6. Нефтепродукты специального назначения:

- Консистентные (защитные и уплотнительные);
- Присадки к топливам, маслам, деэмульгаторы;
- элементарная сера;
- Водород.

ГОСТ Р 51858-2002.

Нефть
Настоящий стандарт распространяется на нефти для поставки транспортным организациям, предприятиям Российской Федерации и экспорта

При оценке качества нефть подразделяют на классы, типы, группы, виды.

В зависимости от массовой доли серы нефть подразделяют на классы 1-4

Класс нефти	Наименование	Массовая доля серы, %	Метод испытания
1	Малосернистая	До 0,60 включ.	По ГОСТ 1437, ГОСТ Р 51947 и 9.2 настоящего стандарта
2	Сернистая	От 0,61 >> 1,80	
3	Высокосернистая	>> 1,81 >> 3,50	
4	Особо высокосернистая	Св. 3,50	

Условное обозначение нефти состоит из четырех цифр, соответствующих обозначениям класса, типа, группы и вида нефти. При поставке нефти на экспорт к обозначению типа добавляется индекс "э".

Структура условного обозначения нефти:



Какую опасность представляют нефть и газ?

Опасные и вредные свойства нефти и входящих в ее состав легких и тяжелых углеводородных фракций:

- взрыво- и пожароопасность нефтегазовой среды;
- токсичность нефтегазовой среды;
- химическая агрессивность отдельных фракций и компонентов нефтегазовой среды;
- способность нефтегазовой среды проникать в закрытые полости и пространства, здания и сооружения, скапливаться в различных углублениях и распространяться на большие расстояния и площади по воздуху, земле и водной поверхности.

! **ВНИМАНИЕ:** Нефть и нефтепродукты относятся к горючим (сгораемым) веществам и способны возгораться от источника зажигания и продолжать самостоятельно гореть после удаления огня!

Опасные свойства природного газа:

- Опасным свойством природных газов является их **токсичность**, зависящая от состава газов.
- Способность газов при соединении с воздухом образовывать **взрывоопасные смеси**, воспламеняющиеся от электрической искры, пламени и других источников огня.



ВНИМАНИЕ: Самым опасным компонентом природного газа является сероводород!

Токсичность

...Сероводород может проникать через кожные поверхности и оказывать токсичное воздействие... Попадание в легкие может вызвать химическую пневмонию... Может содержать бензол, вызывающий у живых организмов нарушение крови: анемию и лейкемию... Признаками и симптомами нарушения центральной нервной системы при длительном вдыхании паров сырой нефти могут вызывать головную боль, бессонницу, тошноту, нарушение координации, конвульсии, потерю сознания и смерть...

Опасные свойства природного газа:

Взрываемость

Природные газы могут взрываться лишь при определенных пределах концентрации газа в газовой смеси: от некоторого минимума (нижний предел взрываемости) до некоторого максимума (высший предел взрываемости).

При взрыве реакция в замкнутом пространстве (без доступа воздуха к очагу воспламенения взрывоопасной газовой смеси) происходит очень быстро.

! **ВНИМАНИЕ:** Скорость распространения детонационной волны горения при взрыве (900—3000 м/с) в несколько раз превышает скорость звука в воздухе при комнатной температуре!

Сила взрыва максимальна, когда содержание воздуха в смеси приближается к количеству, теоретически необходимому для полного сгорания.

Перечень рекомендуемой литературы по дисциплине

Основная:

- **Сваровская Н.А.** Подготовка, транспорт и хранение скважинной продукции. /Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 268 с.
- Транспорт скважинной продукции [Электронный ресурс] : учебное пособие / **Н. В. Чухарева** [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический уни-верситет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 16.3 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m239.pdf>
- **Чухарева Н.В.** Технологические расчеты простых и сложных нефтегазопроводов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Чухарева, А. А. Вострилова; Национальный исследовательский Томский политехнический универси-тет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра транспорта и хранения нефти и газа (ТХНГ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.9 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Си-стемные требования: Adobe Reader. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m403.pdf>
- **Чухарева Н.В.** Исследование углеводородных систем при опреде-лении качественных характеристик в системе магистральных трубопроводов [Элек-тронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Чухарева, А. А. Новиков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютер-ный файл (pdf; 4.98 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — Заглавие с титульного экра-на. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m124.pdf>
- **Новиков А.А.,** Чухарева Н.В. Физико-химические основы процессов транспорта и хранения нефти и газа / Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 164 с.

Дополнительная:

- **Коновалов Н.И.,** Мустафин Ф.М., Коробов Г.Е. и др. Оборудование резервуаров / Учебное пособие. – Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2005. – 214 с.
- **Васильев Г.Г.,** Коробов Г.Е., Коршак А.А., Шаммазов А.М. Трубопроводный транс-порт нефти. /Под ред. М.С. Вайнштока. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – Т. 1. – 408 с.

