

Лекция 6. Физико-химические характеристики нефти и газа. Нефтегазохранилища.

Нефть – природная маслянистая горючая жидкость со специфическим запахом (рисунок 1), состоящая в основном из сложной смеси углеводородов различной молекулярной массы и некоторых других химических соединений.

Различная комбинация этих веществ обуславливает самые разнообразные свойства нефти, которые обнаруживаются даже невооруженным глазом — нефть бывает почти бесцветная, желтая, зеленоватая, коричневая или даже почти черная. При этом ее вязкость также будет варьироваться в весьма широких пределах [1].



Рисунок 1 – Нефть

Химический состав нефти. Основную часть нефти составляют углеводороды, то есть соединения углерода и водорода, которые делятся на три класса: парафины, нафтены и ароматические углеводороды. Кроме этого в нефти присутствует сера и более редкие примеси, в том числе негорючие, формирующие так называемую зольную составляющую (рисунок 1.1) [1].

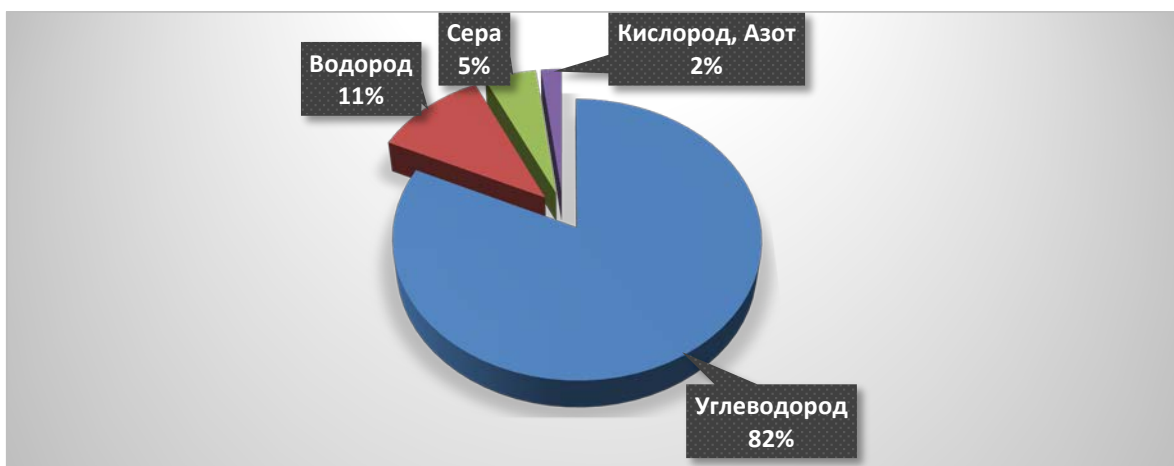


Рисунок 1.1 – Химический состав нефти

Нефть обнаруживается вместе с газообразными углеводородами на глубинах от десятков метров до 5-6 км. Однако на глубинах свыше 4,5-5 км преобладают газовые и газоконденсатные залежи с незначительным количеством лёгких фракций. Максимальное число залежей нефти располагается на глубине 1-3 км

Нефтеобразование - стадийный, длительный процесс образования нефти из органического вещества осадочных пород (остатков древних живых организмов), согласно доминирующей биогенной (органической) теории происхождения нефти. Данный процесс занимает десятки и сотни миллионов лет.

Физические свойства нефти. Нефть - жидкость от светло-коричневого (почти бесцветная) до тёмно-бурого (почти чёрного) цвета (хотя бывают образцы даже изумрудно-зелёной нефти). Средняя молекулярная масса 220-400 г/моль (редко 450-470). Плотность 0,65-1,05 (обычно 0,82-0,95) г/см³; нефть, плотность которой ниже 0,83, называется лёгкой, 0,831-0,860 — средней, выше 0,860-тяжёлой.

Плотность нефти, как и других углеводородов, сильно зависит от температуры и давления. Нефть — легковоспламеняющаяся жидкость; температура вспышки от -35 до +121 °С (зависит от фракционного состава и содержания в ней растворённых газов). Нефть растворима в органических растворителях, в обычных условиях нерастворима в воде, но может образовывать с ней стойкие эмульсии. В технологии для отделения от нефти воды и растворённой в ней соли проводят обезвоживание и обессоливание.

Можно сказать, что нефть — это чрезвычайно разнообразный по своим свойствам продукт. Свойства конкретного образца нефти могут указать не только на регион, где она была добыта, но и на месторождение, а в ряде случаев даже на скважину. Однако для практических целей приходится огрублять ее оценку. Для этого существуют так называемые маркерные, или эталонные, сорта нефти, свойства которых приняты за определенную точку отсчета.

Оборудование нефтеперегонных заводов, трубопроводных коллекторов обычно настраивается под определенный сорт нефти, чтобы добиться наибольшей эффективности ее переработки. Наиболее известными сортами являются Brent, WTI (Light Sweet), Urals, Siberian Light, Dubai Crude. (Подробнее см. «Эталонные сорта нефти») [2].

Природный газ — большое скопление газов, образовавшихся в недрах Земли при анаэробном разложении органических веществ

Природный газ относится к полезным ископаемым. Природный газ в пластовых условиях (условиях залегания в земных недрах) находится в газообразном состоянии — в виде отдельных скоплений (газовые залежи) или в виде газовой шапки нефтегазовых месторождений, либо в растворённом состоянии в нефти или воде. При нормальных условиях (101,325 кПа и 20 °С) природный газ находится только в газообразном состоянии. Также природный газ может находиться в кристаллическом состоянии в виде естественных газогидратов.

Сэр Гемфри Дэви (учёный-химик) ещё в 1813 г. заключил из своих анализов, что рудничный газ есть смесь метана CH₄ с небольшим количеством азота N₂ и

углекислого газа CO_2 — то есть, что он качественно тождественен по составу с газом, выделяющимся из болот (рисунок 1.2).

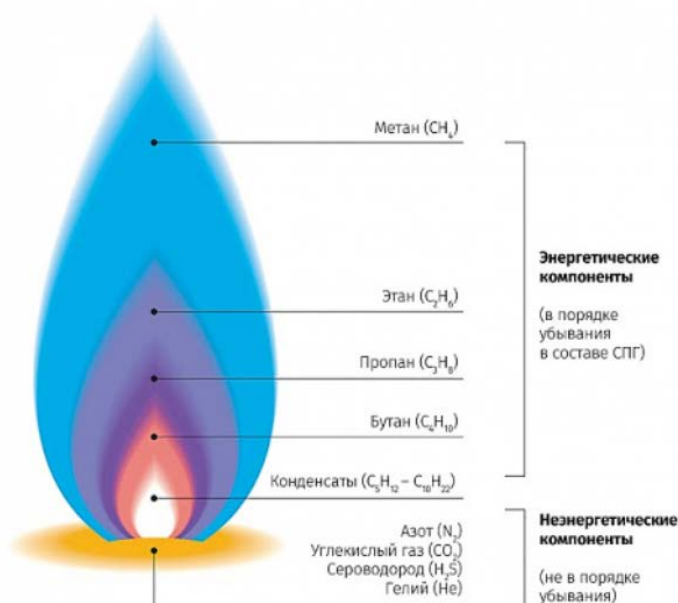


Рисунок 1.2 – Компоненты газа.

Химический состав. Основную часть природного газа составляет метан (CH_4) от 70 до 98 %. В состав природного газа могут входить более тяжёлые углеводороды - гомологи метана [3]:

- этан (C_2H_6),
- пропан (C_3H_8),
- бутан (C_4H_{10}),
- пентан (C_5H_{12}).

Природный газ содержит также другие вещества, не являющиеся углеводородами:

- водород (H_2),
- сероводород (H_2S),
- углекислый газ (CO_2),
- азот (N_2),
- гелий (He) и другие инертные газы.

Чистый природный газ не имеет цвета и запаха. Для облегчения возможности определения утечки газа в него в небольшом количестве добавляют одоранты — вещества, имеющие резкий неприятный запах (гнилой капусты, прелого сена, тухлых яиц).

Природный газ считается более экологичным, по сравнению с углем, так как дает меньший выброс CO_2 на единицу получаемой энергии.

Ориентировочные физические характеристики (зависят от состава; приведены при нормальных условиях, если не указано иное):

плотность:

- от 0,68 до 0,85 кг/м^3 (сухой газообразный);
- 400 кг/м^3 (жидкий).
- температура самовозгорания: 650 $^\circ\text{C}$;

- температуры конденсации-испарения $-161,5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Взрывоопасные концентрации смеси газа с воздухом от 4,4 % до 17 % объёмных;
- удельная теплота сгорания: $28\text{—}46\text{ МДж/м}^3$ ($6,7\text{—}11,0\text{ Мкал/м}^3$)[4] (то есть $8\text{--}12\text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^3$);
- октановое число при использовании в двигателях внутреннего сгорания: $120\text{—}130$.

Легче воздуха в 1,8 раза, поэтому при утечке не собирается в низинах, а поднимается вверх.

Природный газ находится в земле на глубине от 1000 м до нескольких километров

С целью транспортировки очищенный от примесей природный газ сжижают, охлаждая его до температуры конденсации $-161,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Полученную жидкость называют сжиженным природным газом (СПГ). Основное преимущество СПГ — занимаемый объем меньше в 600 раз. Перед поставкой потребителю СПГ возвращают в газообразное состояние на регазификационных терминалах

Компримированный (сжатый) природный газ — природный газ, сжатый на компрессорной станции до давления $200\text{—}245\text{ кг/см}^2$ для использования в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания. Компримирование газа производится на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях, куда газ поставляется от магистральных трубопроводов. Компримированный природный газ используется на легковых автомобилях, пассажирском и лёгком грузовом транспорте, коммунальной технике.

Согласно СНиП 2.11.03-93 в состав подземных хранилищ входят:

- подземные сооружения, включающие подземные резервуары, вскрывающие и вспомогательные горные выработки, буровые скважины и подземные расслохранилища;
- наземные сооружения, включающие здания и сооружения, внутриплощадочные сети, наземные расслохранилища.

В качестве подземных резервуаров используются горные выработки (выработки-емкости), оборудованные для приема, хранения и выдачи продукта. Наряду со специально сооружаемыми выработками допускается использовать выработки, образовавшиеся при добыче полезного ископаемого, после проведения их специального обследования и обустройства.

При размещении подземного хранилища на границе предприятия по добыче полезного ископаемого следует предусматривать барьерные целики, обеспечивающие прочность и герметичность подземных и наземных сооружений хранилища. Размеры барьерных целиков следует определять расчетом в соответствии с требованиями СНиП 2.01.09.

Здания и наземные сооружения (наземные резервуары и оборудование, железнодорожные и сливноналивные эстакады, причалы и пирсы, расфасовочные и раздаточные пункты, насосные и компрессорные станции, объекты осушки и очистки газа, административно-хозяйственные здания и помещения и др.). инженерные системы (противопожарный водопровод, факелы и свечи, установки пожаротушения, системы обнаружения и тушения пожаров,

канализации, электроснабжения, связи, сигнализации и др.), а также благоустройство территории, хранилищ (дорог, подъездов, проездов и др.) следует проектировать в соответствии с действующими нормативными документами, утвержденными в установленном порядке.

При проектировании мероприятий по противопожарной безопасности и при строительстве объектов необходимо руководствоваться противопожарными требованиями всех действующих норм и правил, относящихся к объекту и утвержденных в установленном порядке.

Запорная арматура, устанавливаемая на трубопроводах, должна автоматически отключать отдельные звенья технологического комплекса в случае утечки продукта или понижения давления в трубопроводах.

Классификация подземных хранилищ

Подземные хранилища подразделяются по виду хранимого топлива на хранилища:

- природного газа и гелия (далее - газа);
- сжиженных углеводородных газов, этана, этилена, нестабильного газового конденсата (далее СУГ);
- нефти, нефтепродуктов, стабильного газового конденсата (далее - нефти и нефтепродуктов). В таблице 1 показаны типы подземных резервуаров и области их применения.

Таблица 1

Области применения подземных резервуаров различного типа

Тип резервуара	Вид хранимого продукта		
	Газ	СУГ	Нефть и нефтепродукты
Бесшахтный в каменной соли	+	+	+
Шахтный в породах с положительной температурой	-	+	+
Шахтный в вечномерзлых породах	-	-	+

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нефть. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Нефть> Электронный ресурс (дата обращения 15.12.2019).
2. Состав нефти и ее классификация. <http://discoverrussia.interfax.ru/wiki/59/> Электронный ресурс (дата обращения 15.12.2019)
3. Справочник по котельным установкам малой производительности / К. Ф. Роддатис, А. Н. Полтарецкий. М.: Энергоатомиздат, 1989. С. 488