

# Природные источники углеводородов

Азарченко Александра 10Г

# Природный газ

Состав природного газа

Бюджет Российской Федерации в немалой степени зависит от добычи и экспорта природных ископаемых, которые называют углеводородным сырьём.

К таким подземным богатствам относят природный газ, попутный нефтяной газ, нефть, каменный уголь, горючие сланцы.

Владение природными источниками углеводородов и контроль над ними играют немаловажную роль в мировой политике: служат основой интеграции экономик различных стран или причиной военных конфликтов.

В недрах нашей планеты под большим давлением содержится одно из важнейших полезных ископаемых - природный газ.

Он представляет собой смесь предельных углеводородов и неорганических газов, образовавшихся в результате бактериального разложения органических останков без доступа воздуха.

Содержание отдельных компонентов природного газа зависит от месторождения. Однако в любом случае в природном газе преобладает метан, количество других предельных углеводородов резко сокращается с уменьшением их относительной молекулярной массы

# Примерный состав природного газа

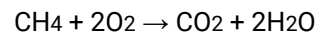
Компонент	Формула	Объёмная доля(%)
Метан	$\text{CH}_4$	88 - 95
Этан	$\text{C}_2\text{H}_6$	3 - 8
Пропан	$\text{C}_3\text{H}_8$	0,7 - 2,0
Бутан	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	0,2 - 0,7
Пентан	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	0,03 - 0,5
Углекислый газ	$\text{CO}_2$	0,6 - 2,0
Азот	$\text{N}_2$	0,3 - 3,0
Гелий	He	0,01 - 0,5

## Использование природного газа и его переработка

Природный газ – важнейший вид топлива, поскольку он обладает рядом неоспоримых преимуществ перед другими энергоресурсами:

- 1)дешевизна (это самый экономичный вид топлива);
- 2)высокая теплотворная способность;
- 3) лёгкость транспортировки (по газопроводам);
- 4)экологичность (минимальное количество вредных выбросов при сгорании).

В последнем преимуществе легко убедиться, ещё раз проанализировав уравнение реакции горения метана. При полном сгорании этого углеводорода воздух практически не загрязняется вредными выбросами, поскольку продукты горения углеводородов – это углекислый газ и водяной пар:

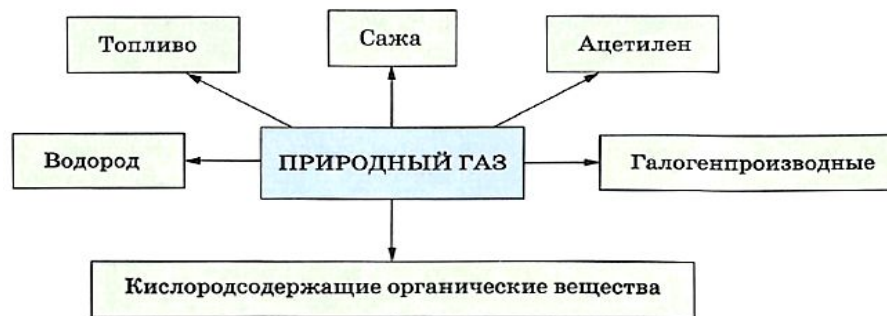
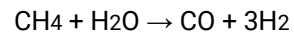


Природный газ используют для обеспечения работы тепловых электростанций, котельных установок, доменных и стекловаренных печей.

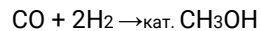
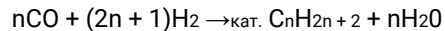
Природный газ используют не только в качестве топлива, но и как важнейшее сырьё для химической промышленности.

Взаимодействие метана с перегретым водяным паром называют конверсией.

В результате этой реакции образуется смесь газообразных продуктов - оксида углерода(II) и водорода в соотношении 1 : 3:



Такую смесь называют синтез-газом. Это название отражает назначение продукта конверсии: его используют для получения синтетического бензина (смеси предельных углеводородов, содержащих от 6 до 12 атомов углерода в молекуле), а также синтеза кислородсодержащего органического вещества - метилового спирта:



метилловый спирт

Пиролизом (нагреванием без доступа воздуха) природного газа в зависимости от условий проведения процесса получают углерод (сажу), водород и ацетилен. Уравнение реакции пиролиза метана нам уже известно. Наряду с природным газом одним из самых ценных природных ископаемых считается нефть.

## НЕФТЬ

Миллионы лет назад в процессе разложения останков животных и растительных организмов в недрах Земли образовалось ещё одно полезное ископаемое — нефть. Полости над её поверхностью занимают попутные нефтяные газы, частично растворённые в нефти вследствие высокого давления. По сравнению с природным газом в попутном нефтяном газе содержится меньше метана и больше его гомологов: этана, пропана, бутана, пентана и др.

Перед использованием попутный нефтяной газ разделяют на составные части, называемые фракциями. Фракция, содержащая пентан, гексан и их изомеры, — это газовый бензин, который используется в качестве низкосортного топлива для двигателей внутреннего сгорания. Фракцию, содержащую пропан и бутан (её так и называют — пропан-бутановая фракция), используют в качестве топлива для двигателей, работающих на сжиженном газе. Именно такая смесь находится в бытовых газовых баллонах красного цвета, баллонах автомобилей, работающих на газе, а также в газовых зажигалках. Самая низкокипящая фракция - так называемый сухой газ - сходна по составу с природным и может использоваться в качестве топлива или химического сырья. Нефть — это маслянистая жидкость от светло-коричневого до тёмно-бурого цвета со специфическим запахом, нерастворимая в воде. Именно поэтому разливы нефти в результате аварий танкеров или нефтедобывающих платформ — настоящее экологическое бедствие. Несмотря на ничтожную толщину, нефтяная плёнка препятствует растворению в воде кислорода воздуха, необходимого для дыхания обитателей вод. Гибнут водоплавающие птицы, перья которых покрываются несмываемым маслянистым налётом. Нефтяные разливы загрязняют сотни километров береговой полосы.

По своему составу нефть представляет собой природную смесь углеводородов, главным образом алканов линейного и разветвлённого строения, содержащих от 6 до 50 атомов углерода в молекуле. Нефть может содержать также значительное количество ароматических углеводородов.

# Переработка нефти

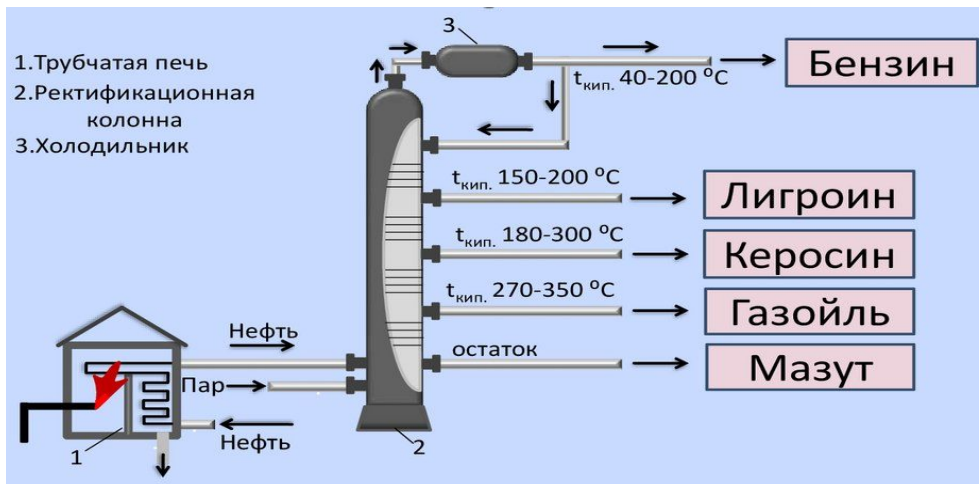
Газообразные и твёрдые компоненты нефти растворены в её жидкой фазе.

Поскольку нефть - сложнейшая смесь многих веществ, она не имеет определённой температуры кипения. При нагревании из нефти постепенно выкипают летучие компоненты в порядке увеличения их плотности и температуры кипения. Такое свойство нефти позволяет разделять её на составляющие – отдельные фракции, представляющие собой смеси веществ с относительно близкими температурами кипения. Этот процесс называют фракционной перегонкой или ректификацией.

**Ректификацией** (перегонкой) называют разделение жидких смесей на отдельные компоненты – фракции.

Ректификацию осуществляют на специальных установках, называемых ректификационными колоннами. На этих установках нефть разделяют на несколько фракций: бензин, лигроин, керосин, газойль (дизельное топливо) и др. Бензин используют в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания, лигроин - как горючее для сельскохозяйственной техники и сырья для дальнейшей переработки, керосин - как топливо для современных реактивных самолётов, газойль - как топливо для дизельных двигателей.

Остаток после перегонки нефти – мазут. Эту тёмную вязкую жидкость используют в качестве топлива для тепловых электростанций и котельных, а также перерабатывают с получением битума, гудрона и минеральных масел.



# Крекинг и Риформинг

В процессе перегонки не происходит химических превращений одних веществ в другие. А вот вторичная переработка нефтепродуктов уже сопровождается протеканием химических реакций. Один из процессов вторичной переработки нефти - **крекинг нефтепродуктов**.

**Крекинг** - процесс термического расщепления углеводородов с получением продуктов с меньшей относительной молекулярной массой.

Впервые промышленный крекинг керосина осуществил на установке собственной конструкции русский инженер и изобретатель Владимир Григорьевич Шухов в 1891 г., нагревая его до температуры 500-600 °С. При этом молекулы алканов разрываются примерно пополам с образованием предельного и этиленового углеводорода с меньшей длиной углеродной цепи:



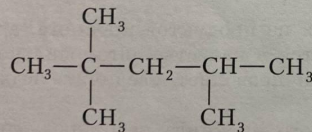
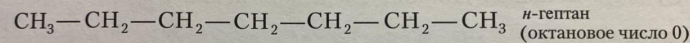
гексадекан    октан            октен

Смесь предельных углеводородов, выделенных из продуктов крекинга, аналогична бензиновой фракции нефти и используется в качестве автомобильного топлива. Вторичная переработка нефтепродуктов позволяет увеличить выход наиболее ценного нефтепродукта — бензина.

Бензин, получаемый в результате термического крекинга нефтепродуктов, как правило, невысокого качества. Повысить его позволяет ещё один процесс вторичной переработки нефтепродуктов — риформинг (от англ. reform — переделывать).

**Риформинг** - переработка нефтепродуктов с целью повышения качества бензина и получения ароматических углеводородов.

Основу процесса риформинга составляют два типа реакций — изомеризация предельных углеводородов и их дегидрирование. В результате первой реакции образуются алканы с разветвлённой углеродной цепью, в результате второй - бензол и его гомологи:

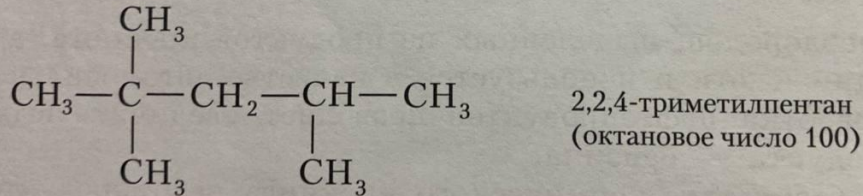
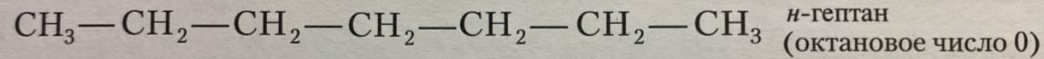


2,2,4-триметилпентан  
(октановое число 100)

## Понятие об октановом числе

Один из показателей качества бензина - его детонационная устойчивость, т. е. способность выдерживать в смеси с воздухом сильное сжатие в цилиндре двигателя без самопроизвольного возгорания. Эта способность напрямую зависит от строения углеводорода. Так, углеводороды разветвленного строения (циклические и ароматические) способны выдерживать более высокую степень сжатия, чем алканы линейного строения.

Детонационная устойчивость бензина характеризуется количественным показателем, который называют октановым числом. За нулевой показатель в октановой шкале принята детонационная стойкость гептана линейного строения  $C_7H_{16}$ . Октановое число, равное 100, приписывают углеводороду состава  $C_8H_{18}$  - 2,2,4-триметилпентану (его условное название - изооктан):



Октановое число бензина указывается в его марке. Например, бензин АИ-95 характеризуется октановым числом 95, т. е. имеет такую же детонационную устойчивость, как смесь 95 % изооктана и 5 % н-гептана.



## Каменный уголь и его разновидности

Наверное, вы догадались, что речь пойдёт о ещё одном полезном ископаемом, которым так богата наша Родина, — каменном угле. Это горная порода, образованная окаменелыми останками доисторических растений.

Уголь стал первым в истории человечества ископаемым топливом. Помимо прямого использования теплоты сгорания угля, человек научился превращать выделяющуюся энергию в механическую работу, а затем и в электрическую энергию. Вплоть до середины прошлого века тепловые электростанции, работающие на ископаемом угле, давали более половины мирового производства электроэнергии. Только с появлением атомной энергетики теплоэлектростанции стали уступать место более эффективным и экологичным способам производства электроэнергии.

Из курса географии вы знаете, что в зависимости от физико-химических свойств различают три вида ископаемых углей: антрацит, каменный уголь и бурый уголь.

Антрацит залегает на больших глубинах — около 6 км. В результате огромного давления расположенных выше почвенных слоёв пласты антрацита приобрели большую плотность и характерный блеск. Содержание углерода в антраците — от 95 % и выше. Теплота сгорания этого вида угля самая высокая, однако загорается он с трудом. Используют антрацит в качестве высокоэффективного топлива, а также для изготовления электро-

Каменный уголь

дов и получения карбидов металлов.

Каменный

уголь залегает на

меньших глубинах, содержит больше летучих веществ и влаги. Содержание углерода в каменном угле в зависимости от месторождения составляет от 70 до 95 %. Именно этот вид угля используют как сырьё в коксохимическом производстве. По внешнему виду каменный уголь отличается от антрацита отсутствием характерного блеска.

Бурый уголь имеет наименьшую глубину залегания. Образовывался он при значительно меньших давлениях и температуре, массовая доля углерода в нём менее 70 %, зато много летучих органических веществ, неорганических примесей и влаги. Теплота сгорания бурого угля невелика, однако ценность представляют продукты его переработки. Этот вид угля имеет характерную чёрно-бурую окраску, низкую плотность и рыхлую структуру.

Запасы угля значительно превышают запасы нефти и природного газа, а значит, в недалёком будущем он станет важнейшим природным источником органических соединений и главным углеродным энергоресурсом

По ресурсам ископаемого угля Россия занимает второе место в мире после

США, владея примерно 17 % его мировых запасов. В настоящее время около половины добываемого каменного угля используется в качестве топлива, остальное количество служит сырьём для коксохимического производства.

## Переработка каменного угля

Один из основных процессов химической переработки каменного угля - коксование.

Коксование - процесс высокотемпературного нагревания угля без доступа воздуха.

Этот процесс проводят с целью получения важнейшего для металлургической промышленности продукта - кокса.

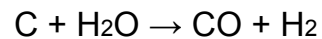
Кроме него, в результате коксования образуются каменноугольная смола, аммиачная вода и коксовый газ.

Отрасль чёрной металлургии, занимающуюся переработкой каменного угля методом коксования, называют коксохимическим производством.

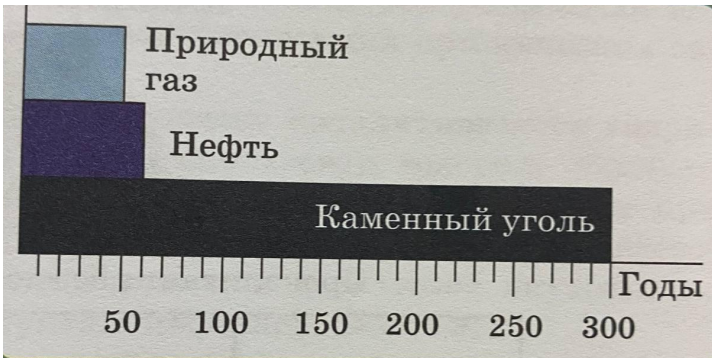
При коксовании каменный уголь загружают в коксовую печь и нагревают при 1000 °С в течение 14-15 ч. Кусочки угля превращаются в кокс, представляющий собой практически чистый углерод. Кокс выталкивают из печи, сортируют и отправляют на металлургические заводы для использования в доменном процессе. > твоя мечта: Органические вещества, входящие в состав каменного угля, при нагревании постепенно разлагаются с образованием летучих продуктов. Они поступают в специальный сборник, где конденсируются в две несмешивающиеся жидкости: каменноугольную смолу (каменноугольный дёготь) и аммиачную воду. В состав каменноугольной смолы входит около 300 различных соединений, часть из которых выделяют путём фракционной перегонки. Так получают, например, бензол и другие ароматические углеводороды. В аммиачной воде содержатся, естественно в растворённом состоянии, аммиак и другие вещества. На специальной колонне растворенные вещества выделяют и разделяют. Полученный аммиак идёт главным образом на производство азотных удобрений.

Коксовый газ, оставшийся после конденсации, очищают от остатков смол и извлекают из него аммиак. Для этого газ пропускают через раствор серной кислоты, превращая аммиак в сульфат аммония, который используют в качестве азотного удобрения. Из коксового газа выделяют также водород, этилен, бензол и некоторые другие вещества.

Вторым важным направлением переработки каменного угля является его газификация. Измельчённый уголь, или кокс, подаётся в газогенератор, где при высокой температуре соприкасается с перегретым водяным паром. В результате образуется смесь газообразных продуктов, содержащая главным образом водород и оксид углерода(II) - так называемый водяной газ:



# Расчетное время потребления разведанных запасов природных источников углеводородов начиная с 2010

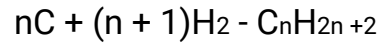


## Продукты коксохимического производства



Водяной газ можно разделить на компоненты, а можно без разделения использовать для синтеза углеводородов и кислородсодержащих органических соединений.

В последние годы вновь возрос интерес к процессу каталитического гидрирования угля. Для этого процесса может быть использован водород, образующийся в процессе газификации. Реакция между углеродом и водородом при повышенной температуре и давлении приводит к образованию смеси углеводородов, которая используется в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания и является альтернативой продуктам нефтепереработки:



Запасы природного газа, нефти, каменного угля на Земле не безграничны.

Все полезные ископаемые относятся к не возобновляемым сырьевым ресурсам.

Человечество приходит к необходимости искать альтернативные, в том числе возобновляемые, источники энергии и сырья.

Разве существует сырьё, которое никогда не кончается? Представьте себе, да. Всё большее внимание химиков и технологов привлекают растения. Ежегодно на Земле вырастает миллион миллиардов тонн зеленой растительной массы, а ведь это уникальный источник органических веществ, промышленную переработку которого ещё только предстоит освоить.