

Энергоресурсы и их использование

Энергоресурсы – материальные объекты, в которых сосредоточена возможная для использования энергия.

Энергия – количественная оценка различных форм движения материи, которые могут превращаться друг в друга, условно подразделяется по видам: химическая, механическая, электрическая, ядерная и т.д.

Энергоресурсы

- Возобновляемые: те, которые природа непрерывно восстанавливает
- невозобновляемые: те, которые были ранее накоплены в природе

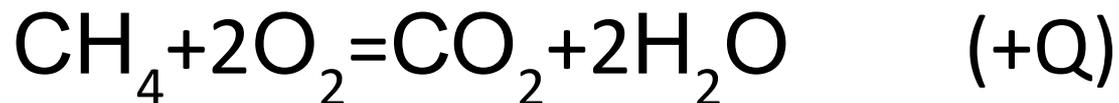
Таблица 1.1. Ориентировочные мировые запасы основных органических горючих

Вид горючего	Геологические		Извлекаемые	
	млрд т. у. т.	%	млрд т. у. т.	%
Уголь	11 200	87,4	2900	76
Нефть	740	5,8	370	9,7
Газ природный	630	4,9	500	13,3
Прочие	230	≈1,9	30	≈1,0
Всего	12 800	100	3800	100

Топливо – любое вещество, способное при горении (окислении) выделять значительное количество теплоты.

Практическая целесообразность топлива определяется его запасами; удобством добычи; скоростью горения; теплотворной способностью; возможностью длительного хранения; безвредностью продуктов сгорания для людей, а также оборудования.

Горение – процесс окисления горючего с выделением химической энергии (теплоты сгорания).



В Энергетике для получения электрической энергии на тепловых станциях (ТЭС) используют топлива органического происхождения.

Все виды органических топлив представляют собой углеводородные соединения, в которые входят небольшие количества других веществ.

Твердое топливо

- Антрацит
- Каменный уголь
- Бурый уголь
- Торф
- Дрова
- Сланцы
- Отходы сельскохозяйственных и лесопильных заводов

Жидкое топливо

Нефть и продукты ее переработки:

- Бензин
- Керосин
- Лигроин
- Мазут

Газообразное топливо

- Природный газ
- Попутный нефтяной газ
- Коксовый и доменный газ
- Генераторный газ

Элементарный состав твердого и жидкого топлив.

Топливо в том виде, в каком оно поступает для сжигания в топки или в двигатели внутреннего сгорания и специальные аппараты, называется **рабочим**.

В состав рабочего (твердого или жидкого) топлива входят углерод С, водород Н, кислород О, азот N, летучая сера S, негорючая минеральная примесь — зола А, а также влага W.

Для рабочей массы топлива имеет место очевидное равенство

$$C^p + H^p + O^p + N^p + S^p + A^p + W^p = 100\%,$$

где C^p , H^p , O^p и т.д. — содержание каждого из элементов рабочего топлива, %, в общей массе топлива.

- Характеристика топлива по составу его рабочей массы является весьма неустойчивой, так как для одного и того же сорта топлива в зависимости от способа добычи, транспортирования и хранения содержание в нем S^p , A^p , W^p может значительно колебаться.

Влага и зола называются **балластом**
топлива.

Чем балласта меньше, тем ценнее
топливо.

Для правильного представления о тепловых свойствах топлива вводят понятие горючей массы, для которой:

$$C^r + H^r + O^r + N^r + S^r + A^r + W^r = 100\%$$

Горючую массу можно охарактеризовать как топливо, не содержащее золы и в абсолютно сухом состоянии.

Зольность топлива

- Золой называют твердый негорючий остаток, который образуется после сжигания топлива в атмосфере воздуха. Зола может быть в виде сыпучей массы с плотностью в среднем 600 кг/м^3 и в виде сплавленных пластин и кусков, называемых шлаками, с плотностью до 800 кг/м^3 .
- В состав золы большинства видов твердого топлива входят: глинозем Al_2O_3 , кремниевая кислота SiO_2 , негашеная известь CaO , магнезия MgO , едкий натр Na_2OH , оксиды железа FeO и Fe_2O_3 .
- Зола способствует разрушению обмуровки топочных устройств и поверхностей камер сгорания, оседает в газоходах теплообменных аппаратов и ускоряет износ поверхностей, обтекаемых забалластированным газовым потоком, а также засоряет окружающую местность.

Влажность топлива

- Определяется по ГОСТ 11014 —81 высушиванием навески при 105... 110 °С. Максимальная влажность массы W^p составляет 50 % и более и определяет экономическую целесообразность использования данного горючего материала и возможность его сжигания. Влага снижает температуру в топке и увеличивает объем дымовых газов. Для превращения 1 кг воды комнатной температуры в пар нужно затратить 2,5 МДж теплоты. Увеличенный объем дымовых газов требует дополнительной энергии на их удаление.
- Очевидно, что влага является балластной примесью, так как уменьшает тепловую ценность исходного топлива. Кроме того, часть теплоты, выделяемой топливом при его сгорании, расходуется на испарение влаги.

Летучие вещества

При нагревании твердого топлива без доступа воздуха его органическая масса разлагается, в результате чего образуются газы, водяные и смоляные пары и углеродосодержащий остаток. Суммарное количество выделяющихся летучих веществ увеличивается с увеличением температуры и времени выдержки. Этот процесс в основном заканчивается при 700...800 °С, поэтому по ГОСТ 6382—91 выход летучих веществ V^r , в процентах на горючую массу, определяется путем прокаливания 1 г топлива в закрытом тигле при температуре (850 ± 10) °С в течение 7 мин. Выход летучих веществ является важнейшей характеристикой горючей массы топлива и уменьшается по мере увеличения его возраста. Чем больше выход летучих веществ, т.е. чем больше топлива превращается при нагревании в горючий газ, тем проще зажечь это топливо и легче поддерживать устойчивое горение. Органическая часть древесины и горючих сланцев при нагревании без доступа воздуха почти целиком переходит в летучие вещества $V = 85...90\%$, в то время как у антрацитов $V^r = 3...4\%$. Именно большой выход летучих веществ определяет хорошую горючесть древесины.

Примерный состав и теплотехнические характеристики горючей массы твердого ТОПЛИВА

Топливо	Состав горючей массы, %					Выход летучих веществ, V^r , %	Низшая теплота сгорания, МДж/кг	Жаропроницаемость, °C	Суммарное количество трехатомных газов в продуктах сгорания, $RO_{2\text{пух}}$, %
	C^r	S^r	H^r	O^r	N^r				
Дрова	51	—	6,1	42,2	0,6	85	19	1980	20,5
Торф	58	0,3	6,0	33,6	2,5	70	8,12	2050	19,5
Горючий сланец	60...75	4... 13	7... 10	12... 17	0,3... 1,2	80... 90	7,66	2120	16,7
Бурый уголь	64...78	0,3...6,0	3,8...6,3	15,26	0,6... 1,6	40...60	27	—	19,5
Каменный уголь	75...90	0,5... 6,0	4...6	2...13	1...2,7	9... 50	33	2130	18,72
Полуантрацит	90...94	0,5...3,0	3...4	2...5	1	6...9	34	2130	19,32
Антрацит (АШ*)	93...94	2...3	2	1...2	1	3...4	33	2130	20,2

Жидкие топлива

Практически все жидкие топлива пока получают путем переработки нефти (бензин, керосин, дизельное топливо и мазут). Мазут, как и моторные топлива, представляет собой сложную смесь жидких углеводородов, в состав которых входят в основном углерод ($C^p = 84...86\%$) и водород ($H^p = 10...12\%$); $O^p + N^p = 1...2\%$; содержание воды и зольность не превышают $0,2...1,5\%$.

Мазуты, полученные из нефти ряда месторождений, могут содержать большое количество серы (до 5%), что резко усложняет защиту окружающей среды при их сжигании.

Характеристики жидких топлив, получаемых из нефти

Топливо	Состав горючей массы, %				Зольность сухого топлива A^r , %	Влага рабочего топлива W^* , %	Низшая теплота сгорания рабочего топлива, МДж/кг
	Углерод C	Водород H^r	Сера S^r	Кислород и азот $O^r + N^r$			
Бензин	85,0	14,9	0,05	0,05	0	0	43,8
Керосин	86,0	13,7	0,2	0,1	0	0	43,0
Дизельное	86,3	13,3	0,3	0,1	Следы	Следы	42,4
Солярное	86,5	12,8	0,3	0,4	0,02	Следы	42,0
Моторное	86,5	12,6	0,4	0,5	0,05	1,5	41,5
Мазут:							
малосернистый	86,5	12,5	0,5	0,5	0,1	1,0	41,3
сернистый	85,0	11,8	2,5	0,7	0,15	1,0	40,2
многосернистый	84,0	11,5	3,5	0,5	0,1	1,0	40,0

Газообразное топливо

Газообразное топливо по сравнению с другими видами топлива имеет ряд существенных преимуществ. Газообразное топливо сгорает при небольшом избытке воздуха, образуя продукты полного горения без дыма и копоти, не дает твердых остатков; оно удобно для транспортирования по газопроводам на большие расстояния и позволяет простейшими средствами осуществлять сжигание в установках самых различных конструкций и мощностей. Газообразное топливо подразделяется на естественное и искусственное. Естественное, в свою очередь, подразделяется на природное и нефтепромысловое.

Природный газ получают из чисто газовых месторождений, где он выбрасывается из недр земли под давлением, достигающим иногда до 10 МПа и более. Основным его компонентом является метан CH_4 , кроме того, в газе разных месторождений содержится небольшое количество водорода H_2 , азота N_2 , высших углеводородов C_nH_m , оксида CO и диоксида CO_2 углерода. В процессе добычи природного газа его обычно очищают от сернистых соединений, но часть их (в основном сероводород) может оставаться. Кроме того, в бытовой газ для обнаружения утечек добавляют так называемые одоризаторы, придающие газу специфический запах; они тоже содержат соединения серы.

- Нефтепромысловые газы выделяются в большом количестве в районах месторождений нефти и, особенно, в районах эксплуатации нефтяных скважин.
- При добыче нефти выделяется так называемый *попутный газ*, содержащий меньше метана, чем природный, но больше высших углеводородов и поэтому выделяющий при сгорании больше теплоты. Проблема полного его использования сейчас весьма актуальна.

Сжиженный газ

В промышленности сжиженный газ особенно повсеместно используют для отопления помещений. Сжиженный газ получают из природного газа, который состоит из смеси различных углеводородов. При сжатии и охлаждении газ переходит в жидкое состояние. Сжиженный газ имеет высокую плотность и поэтому занимает значительно меньший объем, чем исходный газ. Это позволяет легко транспортировать и хранить его в жидком виде. Сжиженный газ широко применяется в промышленности, коммунальном хозяйстве и быту. Например, его используют для отопления помещений, в качестве топлива для двигателей и в промышленности. Сжиженный газ имеет ряд преимуществ перед другими видами топлива. Он имеет высокую теплотворную способность, легко транспортируется и хранится. Кроме того, сжиженный газ является экологически чистым топливом, так как при его сжигании выделяется значительно меньше вредных веществ, чем при сжигании других видов топлива. Однако, сжиженный газ имеет и некоторые недостатки. Например, он имеет высокую стоимость, а также требует специальных условий хранения и транспортировки. Несмотря на это, сжиженный газ остается одним из самых распространенных видов топлива в промышленности и быту.

Свойства газообразного топлива

- ПЛОТНОСТЬ,
- ТОКСИЧНОСТЬ,
- ВЗРЫВАЕМОСТЬ,
- ВЛАЖНОСТЬ,
- ЗАПЫЛЕННОСТЬ.

Плотность газообразных горючих составляет 0,7...0,8 кг/м³, сжиженных газов — до 2,3 кг/м³ и производных — от 0,7 до 1,4 кг/м³. Опасность отравления газами (токсичность) зависит от содержания в горючем газе окиси углерода СО, сероводорода Н₂С и др. Пребывание в атмосфере, содержащей 1 % этих газов, в течение 1... 3 мин может привести к смерти. Взрывоопасность определяется содержанием Н₂ и СО, которые образуют взрывчатые смеси с воздухом. Эти смеси взрывоопасны при содержании Н₂ от 4 до 74% и СО от 12,5 до 74%.

Горючее для ДВС

- Газы как горючее для двигателей внутреннего сгорания (ДВС) имеют следующие достоинства: обладают высокими антидетонационными свойствами, широкими пределами воспламенения (по избытку воздуха); обеспечивают хорошие условия смесеобразования; приводят к меньшему, чем в ДВС на жидком горючем, износу; менее требовательны к качеству смазочных материалов и т.п. Однако все горючие газы имеют высокую температуру самовоспламенения и поэтому нуждаются в постороннем источнике зажигания.

Состав и теплота сгорания горючих газов

Газ	Состав сухого газа, % по объему								Низшая теплота сгорания сухого газа Q, МДж/м ³
	CH ₄	H ₂	CO	C _n H _m	O ₂	CO ₂	H ₂ S	N ₂	
Природный	94,9			3,8	—	0,4		0,9	36,7
Коксовый (очищенный)	22,5	57,5	6,8	1,9	0,8	2,3	0,4	7,8	16,6
Доменный	0,3	2,7	28,0		—	10,2	0,3	58,5	4,0
Сжиженный	4		Пропан 79, этан 6, водород и изобутан 11						88,5

Теплота сгорания топлива

Основной характеристикой топлива является теплота сгорания. Теплотой сгорания твердого и жидкого топлива называется количество теплоты (Дж), выделяемое 1 кг топлива при его полном сгорании.

В продуктах сгорания топлива, содержащего водород и влагу, имеется водяной пар H_2O , обладающий определенной энтальпией, равной примерно 2510 кДж/кг. Наличие в продуктах сгорания топлива водяного пара заставляет ввести понятие высшей теплоты сгорания

Высшей теплотой сгорания
рабочего топлива называют
теплоту, выделяемую при полном
сгорании 1 кг топлива, считая, что
образующиеся при сгорании
водяные пары конденсируются.

Низшей теплотой сгорания рабочего топлива называют теплоту, выделяемую при полном сгорании 1 кг топлива, за вычетом теплоты, затраченной на испарение влаги как содержащейся в топливе, так и образующейся от сгорания водорода.

Высшая теплота сгорания (кДж/кг)

Наиболее распространена формула Д.И. Менделеева, которая дает достаточно точные результаты для самых разнообразных топлив. Эта формула для определения высшей теплоты сгорания (кДж/кг) твердых и жидких топлив имеет вид

$$Q_{H}^P = 338C^P + 1249H^P - 108,5(O^P - S^P),$$

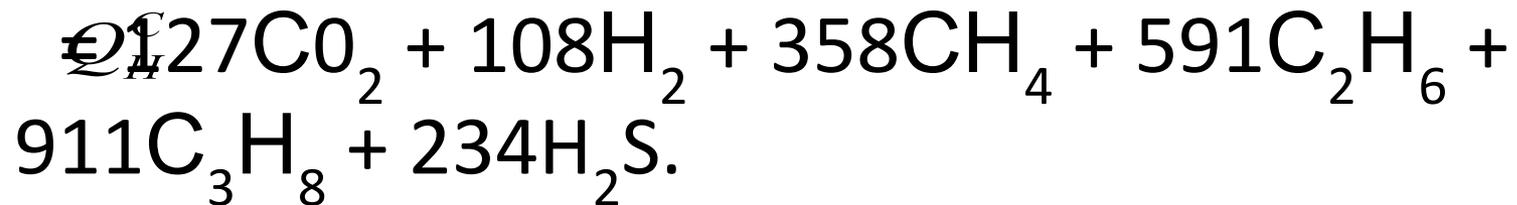
а для низшей теплоты сгорания

$$Q_{H}^P = 338C^P + 1025H^P - 108,5(O^P - S^P) - 25W^P,$$

где коэффициенты выражают теплоту сгорания отдельных горючих элементов, деленную на 100.

Низшая теплота сгорания сухого газообразного топлива (кДж/м³)

- Низшую теплоту сгорания сухого газообразного топлива (кДж/м³) определяют как сумму произведений теплоты сгорания горючих газов на их объемное содержание в смеси:



Условное топливо

Большая разница значений теплоты сгорания у различных видов топлива затрудняет в некоторых случаях проведение сравнительных расчетов, например, при выявлении запасов топлива, при оценке целесообразности применения разных сортов топлива и пр. Поэтому принято понятие условного топлива. Условным называется такое топливо, теплота сгорания 1 кг или 1 м³ которого равна 29330 кДж.