



§ 7.

Горение. Удельная теплота сгорания топлива



Рис. 46

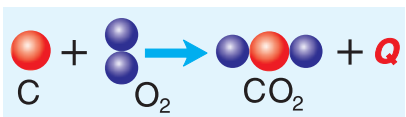


Рис. 47

Каждый из вас неоднократно зажигал газовую плиту или растапливал печь, чтобы вскипятить воду, сварить суп. Иными словами, получить энергию от сгорания газа, дров и передать ее приготовляемой пище.

Чтобы печь, камин «грели», нужно сжечь дрова (рис. 46), уголь или торф. Энергия, выделившаяся при их сгорании, поглощается печью. Ее внутренняя энергия увеличивается, печь нагревается. Газ, уголь, торф, дрова и др. называют *топливом*.

Величина, численно равная количеству теплоты, которое выделяется при полном сгорании 1 кг топлива, называется удельной теплотой сгорания топлива.

Обозначается удельная теплота сгорания буквой q . При полном сгорании 2 кг топлива выделится теплоты в два раза больше. При полном сгорании m кг — в m раз больше, т. е.

$$Q = qm, \quad \text{откуда} \quad q = \frac{Q}{m}.$$

Удельная теплота сгорания измеряется в **джоулях на килограмм** $\left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}\right)$.

Почему при горении выделяется теплота? Вы уже знаете, что молекулы состоят из атомов. Молекула — достаточно устойчивая конструкция. Чтобы ее разрушить, т. е. разделить на атомы, нужно затратить энергию. Зато при образовании молекулы из атомов энергия выделяется. В процессе горения образуются молекулы. Например, углерод, входящий в состав топлива, соединяется с двумя атомами кислорода воздуха. Образуется молекула углекислого газа CO_2 (рис. 47). При этом выделяется энергия (теплота Q).

В таблице 2 представлены значения удельной теплоты сгорания q для различных видов топлива. Проанализируйте данные таблицы 2. Из нее



Рис. 48

следует, что наибольшее количество теплоты выделяется при сгорании 1 м³ газообразного водорода: $q = 120\,000\,000 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} = 1,2 \cdot 10^8 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$.

▼ Для любознательных

Водород — один из высокоэнергетических видов топлива. Кроме того, продуктом сгорания водорода является обычная вода. Это делает водород экологически наиболее чистым топливом, что для нас очень важно. Однако газообразный водород взрывоопасен. К тому же он имеет самую малую плотность в сравнении с другими газами при равной температуре и давлении, что создает сложности со сжижением водорода и его транспортировкой. Тем не менее водород представляет собой перспективный вид топлива.

При сгорании топлива (например, торфа, мазута, природного газа) в атмосферу выбрасываются вредные для здоровья человека и всего живого вещества (рис. 48): углекислый и угарный газы, зола и топочные шлаки. Они загрязняют воздух, почву и воду. Именно в связи с загрязнением атмосферы вредными продуктами сгорания проблема социальных мероприятий по охране окружающей среды, поиска экологически чистого топлива является особенно актуальной.

Таблица 2. Удельная теплота сгорания разных видов топлива

Вещество	$q, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	Вещество	$q, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$
Твердое			
Бурый уголь	9,3	Каменный уголь марки А-I	20,5
		марки А-II	30,3
Древесные пеллеты	18,5	Кокс	30,3
Древесный уголь	29,7	Порох	3,0
Дрова сухие	8,3	Торф	15,0
Жидкое			
Бензин	46,0	Мазут	40,0
Дизельное топливо	42,0	Нефть	44,0
Керосин	43,0	Спирт этиловый	27,0
Газообразное, $\frac{\text{МДж}}{\text{м}^3}$ (для 1 м ³ при нормальных условиях)			
Водород	120,0	Природный газ	35,5

■ Главные выводы

1. Горение — процесс соединения атомов различных веществ с кислородом в результате химической реакции, сопровождающийся выделением энергии (теплоты).
2. Удельная теплота сгорания определяет количество энергии (теплоты), выделяющееся при полном сгорании 1 кг топлива.
3. Сгорание топлива вызывает загрязнение окружающей среды.

? Контрольные вопросы

1. Удельная теплота сгорания торфа почти в два раза выше удельной теплоты сгорания сухих дров. Что это значит?
2. Какой из видов твердого топлива, представленных в таблице 2, наилучший? Наихудший? Почему?
3. Верно ли утверждение: «Удельная теплота сгорания прямо пропорциональна количеству выделившейся теплоты и обратно пропорциональна массе сгоревшего топлива»? Почему?
4. Какие пути снижения степени загрязнения атмосферы при использовании топлива вам известны? Какие из них используются в нашей республике?



Пример решения задачи

Определите массу торфа, которую надо сжечь, чтобы довести до кипения ($t_k = 100\text{ }^\circ\text{C}$) воду массой $m_b = 10\text{ кг}$, имеющую температуру $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$. На нагревание воды идет одна пятая часть теплоты от сгорания торфа.

Дано:

$$t_k = 100\text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_b = 10\text{ кг}$$

$$Q_b = 0,2Q_t$$

$$c_b = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$q = 1,5 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$m_t = ?$$

Решение

Количество теплоты, необходимое для нагревания воды, $Q_b = c_b m_b (t_k - t_1)$. Торф при сгорании выделяет энергию $Q_t = q m_t$. По условию вода получит $Q_b = 0,2 q m_t$. Следовательно,

$$c_b m_b (t_k - t_1) = 0,2 q m_t.$$

$$\text{Откуда } m_t = \frac{c_b m_b (t_k - t_1)}{0,2 q};$$

$$m_t = \frac{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10\text{ кг} \cdot 80\text{ }^\circ\text{C}}{0,2 \cdot 1,5 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = 1,1\text{ кг}.$$

Ответ: $m_t = 1,1\text{ кг}$.

Упражнение 6

1. Сколько теплоты выделяется при полном сгорании каменного угля марки А-I массой $m = 10,0$ кг?

2. Одинаково ли нагреется печь, если в ней сжечь сухие дрова массой $m_1 = 14,5$ кг или торф массой $m_2 = 8,0$ кг? Время и условия сгорания считайте одинаковыми.

3. При сгорании топлива массой $m = 50$ кг выделилось $Q = 750$ МДж теплоты. Какое это топливо?

4. Одна литровая бутылка заполнена бензином, а другая — керосином. Одинаковое ли количество теплоты выделится при полном сгорании содержимого каждой из бутылок?

5. Графики зависимости количества теплоты, выделившегося при сгорании топлива I и топлива II, от их массы изображены на рисунке 49. Чему равна удельная теплота сгорания каждого вида топлива? Во сколько раз количество теплоты, выделившееся при сгорании топлива II, больше количества теплоты, выделившегося при сгорании топлива I, если их массы $m_1 = m_2 = 0,30$ кг? Определите виды топлива.

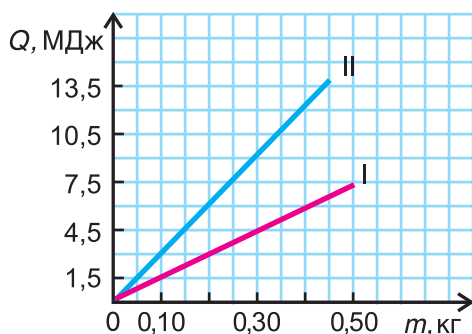


Рис. 49

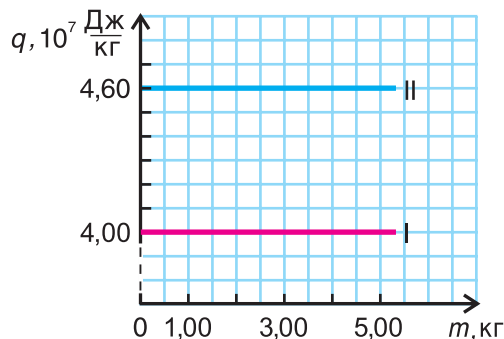


Рис. 50

6. Используя графики зависимости удельной теплоты сгорания топлива I и II от их массы (рис. 50), определите суммарное количество теплоты, выделившееся при сгорании топлива I массой $m_1 = 2,00$ кг и топлива II массой $m_2 = 3,00$ кг. Определите виды топлива.

 7. Какая масса пороха должна быть сожжена для получения энергии, равной энергии пули массой $m = 10$ г, летящей со скоростью $v = 600 \frac{\text{м}}{\text{с}}$? Будет ли реально пуля иметь такую скорость, если в ее патроне сгорит порох рассчитанной массы?

 8. Какую массу сухих дров нужно сжечь, чтобы нагреть воду массой $m_1 = 500$ г от температуры $t_1 = 10$ °С до кипения ($t_2 = 100$ °С)? Вода получает 15 % теплоты, выделяющейся при сгорании дров.