

# Практико-ориентированные задачи по физике экологической и энергосберегающей направленности

Сборник задач для учащихся 8, 10 классов

А. Б. Цвечковская,

учитель физики первой категории

СШ № 2 г. Полоцка

В сборнике представлены задачи по физике, которые связаны с экологическими проблемами использования тепловых двигателей, возникающих при сжигании топлива. Практико-ориентированные задачи составлены с учетом возрастных особенностей учащихся и специфики деятельности учреждения образования. Данный дидактический материал способствует привитию учащимся устойчивых навыков экологической культуры. Материалы будут полезны учителям естественных наук.

## 10 класс

### Коэффициент полезного действия автомобильных двигателей внутреннего сгорания и экологические проблемы их использования

Современные двигатели внутреннего сгорания еще много десятилетий назад достигли сегодняшних значений КПД и топливной эффективности. Производители автомобилей тратят огромные деньги и многие годы усилий, чтобы за счет значительного усложнения конструкции двигателей повысить КПД всего на 2 – 3 %.

Общий КПД лучших бензиновых двигателей не превышает 25-30 %, а КПД лучших дизельных моторов многие десятилетия ни как не может перевалить за 40-45 %.



Общий КПД двигателя будет раскладываться на 3 основные части: термический КПД; механический КПД; топливная эффективность. Первое значение указывает, какая часть выделяемого в двигателе тепла превращается в полезную работу, а какая уходит в окружающее пространство. В среднем двигатели обладают этим КПД в размере 35-40%. Т.е. около 65 %

вырабатываемого тепла выбрасывается без пользы в окружающую среду через систему охлаждения и с выхлопными газами. Механический КПД указывает, какая часть активной работы двигателя бесполезно тратится на преодоление различных механических сопротивлений и привод дополнительной техники в самом двигателе. В среднем 10% работы двигателя уходит на трение между собой его деталей и на привод вспомогательных механизмов двигателя. В итоге – по сумме термических и механических потерь современные двигатели небольших размеров и мощностей имеют КПД не более 30%. Но – значение КПД в 30% не учитывает долю не сгоревшего топлива, т.е. не принимает во внимание полноценность сгорания паров топлива в двигателе.

Решение экологических проблем, возникающих при сжигании топлива двигателями, конструкторы и ученые ищут в создании условий для наиболее полного сгорания топлива. Понятие «топливная эффективность» есть значение, которое будет показывать, какое количество топлива полезно сгорает и превращается в итоге в тепло и объем рабочих газов, а какое количество топлива не сгорает и идет на выхлоп в виде паров топлива или продуктов его неполного сгорания. Для получения «чистого выхлопа» в выхлопную трубу современных автомобилей ставят каталитический дожигатель. Этот процесс забирает немалую часть мощности двигателя. Значит, с учетом этого параметра, значение реального КПД бензиновых двигателей будет не выше 20%, а дизелей – чуть больше, примерно на 5-7 %.

В бензиновых и дизельных двигателях используются виды топлива, которые содержат больше всего углеводороды  $\text{C}_n\text{H}_m$ . При полном идеальном сгорании топлива в двигателе получают водяной пар  $\text{H}_2\text{O}$  и углекислый газ  $\text{CO}_2$ . Рассчитать процесс горения смеси в камере сгорания очень сложно. Этим и объясняется содержание в выхлопе веществ:  $\text{CO}$  и  $\text{C}_n\text{H}_m$ .  $\text{C}_n\text{H}_m$  – это попросту несгоревший бензин (нехватка кислорода в камере сгорания).  $\text{CO}$  – это бензин, который гореть начал, но по причине нехватки кислорода не догорел до  $\text{CO}_2$ .

Ежедневно городской житель вдыхает около  $16 \text{ м}^3$  загрязненного воздуха, из которого часть оседает в лёгких, поглощается организмом, вызывая в нем биологические изменения. Автомобиль, как средство передвижения, облегчила человеку жизнь, но поставила её под угрозу. Автомобиль расходует огромное количество кислорода. За неделю в среднем легковой автомобиль выжигает столько кислорода, сколько его четыре пассажира расходуют на дыхание в течение года.

В 10 классе при изучении темы «Основы термодинамики» (19 часов) на повышенном уровне 5 часов отводится на изучение тепловых двигателей и экологических проблем их использования и решение задач.



**Задача 1.** Определите КПД двигателя и массу кислорода, сожженного двигателем, если при сгорании 1 кг бензина выделяется количество теплоты, равное 46 МДж и сжигается 2кг кислорода. При скорости 60 км/ч двигатель автомобиля развивает мощность 25 кВт и потребляет 12 л бензина на 100 км пути. Плотность бензина 700 кг/м<sup>3</sup>.

**Задача 2.** Вычислите массу выбросов углекислого газа, если на 1кг топлива выделяется 2.5 кг CO<sub>2</sub>. Реактивный самолет ИЛ-62 имеет четыре двигателя, эффективный КПД 24%, развивающих силу тяги 103кН каждый, осуществляет перелет расстоянием 500 км. Удельная теплота сгорания авиационного керосина 43 МДж/кг.

**Задача 3.** Двигатель автомобиля расходует за час работы 6 кг бензина, при этом температура газа в цилиндре двигателя  $t_1 = 937$ , а отработанного газа  $t_2 = 107$ . Сгорание 1 т бензина образует 60 кг оксида углерода. Удельная теплота сгорания бензина  $q=46$  МДж/кг. Определите мощность, развиваемую двигателем и массу оксида углерода.

**Задача 4.** В среднем дизельные двигатели обладают эффективным КПД равным 40%, что составляет механическую мощность в 65кВт. Сколько километров проедет автомобиль за 5 мин. Выбросы CO<sub>2</sub> составляют 145 г/км. Удельная теплота сгорания дизельного топлива 42 МДж/кг.

**Задача 5.** В гараже размером 3×4×3м двигатель автомобиля при работе на холостом ходу за время 7 мин развивает мощность 2,3 кВт. Определите плотность продуктов сгорания бензина в гараже (АИ-92, плотность  $\rho=770$ кг/м<sup>3</sup>). Считать, что с 1 кг бензина образуется приблизительно 4,4 кг продуктов сгорания, удельная теплота сгорания бензина  $q=46$  МДж/кг, эффективный коэффициент полезного действия двигателя 30%. Предельно допустимая концентрация угарного газа в воздухе составляет 5 мг/м<sup>3</sup>.

**Задача 6.** При сжигании 1 кг топлива в дизельном двигателе трактора в воздух выбрасывается до 800г оксида углерода CO<sub>2</sub> (угарный газ). Рассчитайте массу оксида

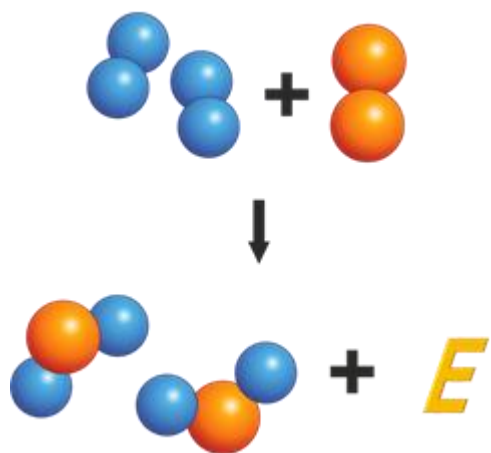
углерода, образующего при непрерывной работе продолжительностью  $t=10$ ч. трактора, имеющего среднюю мощность двигателя  $P=240$  кВт, если эффективный коэффициент полезного действия двигателя 35%, удельная теплота сгорания дизельного топлива 42 МДж/кг.

## 8 класс.

### Горение. Удельная теплота сгорания топлива.

В промышленной энергетике для получения электрической и тепловой энергии используется в основном топливо органического происхождения. Все виды органического топлива (горючие) представляют собой углеводородные соединения, в которые входят небольшие количества других веществ.

Жидким топливом является нефть, а также различные продукты ее переработки: бензин, керосин, лигроин, разнообразные масла и остаточный продукт нефтепереработки нефти – мазут.



Горение – это химическая реакция, во время которой происходит окисление, сопровождаемое выделением теплоты. Атомы углерода, содержащиеся в топливе, при горении соединяются с двумя атомами кислорода. В результате такого слияния образуется молекула углекислого газа и выделяется энергия. Для эффективного сжигания топлива нужно знать необходимый расход воздуха. При горении топлива определяется также количество газов, получающихся при окислении горючих элементов, входящих в состав 1

кг топлива. Продуктами полного сгорания являются двуокись углерода  $CO_2$ , сернистый газ  $SO_2$  и водяной пар  $H_2O$  и другие токсичные элементы(см. таблица).

#### Количество токсичных компонентов (в г), образующееся при сгорании 1 кг топлива

Загрязняющее вещество	Бензин	Дизельное топливо
Оксид углерода	465	21
Углеводороды	23	4
Оксиды азота	15	18
Диоксид серы	2	8
Альдегиды	1	1

Сажа	1	5
Свинец	0,5	0
Всего	507,5	57

**Задача 1.** В топке котла парового двигателя сожгли дизельное топливо массой 20 кг. Удельная теплота сгорания дизельного топлива 42 МДж/кг. Считая, что с 1 кг данного топлива образуется приблизительно 57 г токсичных продуктов сгорания, определите их массу и количество теплоты, поступившее в систему отопления? Потери энергии не учитывать.

**Задача 2.** Для работы паровой турбины необходимо  $Q=336$  МДж энергии, которая выделяется при сгорании дизельного топлива. Какое количество углекислого газа выделится при сжигании топлива, если при горении 1 кг дизельного топлива образуется 21г оксида углерода ( $CO_2$ ). Удельная теплота сгорания дизельного топлива 42 МДж/кг.

**Задача 3.** Определите массу свинца, выделившегося после сгорания бензина, если при кошении газонной травы газонокосилка самоходная использовала энергию топлива равную 196 МДж, удельная теплота сгорания бензина  $q=46$  МДж/кг, при сгорании 1 кг бензина выделяется 0,5г свинца.

**Задача 4.** Определите КПД самоходной газонокосилки, если при работе в течение 2 ч было израсходовано 7,2 л бензина плотностью  $730\text{кг/м}^3$ . Двигатель газонокосилки развил мощность 16,4 кВт. Удельная теплота сгорания бензина  $q=46$  МДж/кг. Сколько литров воздуха было поглощено при кошении травы, если на 1 литр сжигания бензина идет 9500 литров воздуха.

**Задача 5.** При сгорании 1 кг дизельного топлива выделяется 5г сажи. Какое количество сажи покроет воду и растительность при работе туристического катера в летний сезон 60 дней по 6 часов, имеющего дизельный двигатель. Удельная теплота сгорания дизельного топлива 42 МДж/кг, плотность  $830\text{ кг/м}^3$ . Двигатель катера использует 279 МДж энергии дизельного топлива за 1 час, которая выделяется при его сгорании. Потери энергии не учитывать.

## Источники

1. <http://www.rotor-motor.ru/page08.htm>
2. <http://ekobalans.ru/harmful-substances/vozdeystvie-dvigatelay-vnutrennego-sgoraniya-na-okruzhayushhuyu-sredu>

3. <https://mirmarine.net/dvs/658-poteri-energii-v-dizelnom-dvigatele-teplovoy-balans-dizelnogo-dvigatelya>
4. <https://verola.livejournal.com/456053.html>
5. <http://avto-flot.ru>