



Задания, ответы и критерии оценивания

Пояснения к задачам 1 и 2

Из теории автомобиля известно:

1. Сила дорожного сопротивления, которую преодолевает автомобиль при движении, определяется по формуле:

$$P_{\varphi} = P_f + P_{\alpha}, \quad (1)$$

где P_{φ} – сила дорожного сопротивления (Н); P_f – сила сопротивления качению (Н); P_{α} – сила сопротивления подъему (Н).

При этом:

$$P_f = G_A f \cos \alpha, \quad (2)$$

где G_A – вес автомобиля (Н); f – коэффициент сопротивления качению, зависит от типа и состояния дороги, в общем случае берется из специальных таблиц (фрагмент представлен в таблице 1); α – угол подъема дороги.

$$P_{\alpha} = \pm G_A \sin \alpha, \quad (3)$$

Знак «+» берется в том случае, когда автомобиль движется на подъем, знак «-» – при движении автомобиля на спуске.

2. Сила сопротивления воздуха определяется из выражения:

$$P_w = k \cdot F_A \cdot V_A^2, \quad (4)$$

где P_w – сила сопротивления воздуха (Н); k – коэффициент обтекаемости автомобиля ($\frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$), берется из специальных таблиц; F_A – площадь поперечного сечения автомобиля (м^2); V_A – скорость движения автомобиля (м/с).

3. Условия движения автомобиля:

– равномерное движение $P_A = P_{\varphi} + P_w$;

– движение с ускорением $P_A > P_{\varphi} + P_w$;

– движение с замедлением (без буксования) $P_A < P_{\varphi} + P_w$,

где P_A – сила тяги на колесах автомобиля, Н.

Таблица 1

Средние значения коэффициента сопротивления качению

№ п/п	Виды покрытия дороги	Коэффициент, f
1	Асфальт	0,015
2	Мокрая грунтовая дорога	0,1
3	Сыпучий песок	0,2
4	Хорошо укатанный снег	0,029
5	Лед ровный	0,025

Задача 1 (25 баллов)

Грузовой автомобиль массой 10000 кг движется по подъему по мокрой грунтовой дороге. Известно, что сила сопротивления качению автомобиля составляет 1450 Н. Определите угол подъема дороги.

Решение

1. Из пояснений к задаче известно, что сила сопротивления качению автомобиля определяется по формуле:

$$P_{\kappa} = G_a f \cos \alpha, \quad (1)$$

где G_a – вес автомобиля (Н); f – коэффициент сопротивления качению для заданных дорожных условий (фрагмент представлен в таблице 1); α – угол подъема дороги.

2. Определим вес автомобиля из выражения:

$$G_a = m_A \cdot g \quad (2)$$

где m_A – масса автомобиля (кг); g – ускорение свободного падения, принимаем равным $9,8 \text{ м/с}^2$.

3. Преобразуем выражение (1) относительно величины $\cos \alpha$ и подставим в него значение величины G_a из выражения (2):

$$\cos \alpha = \frac{P_k}{m_A \cdot f \cdot g}, \quad (3)$$

4. Подставим в выражение (3) числовые значения входящих в него параметров. Учтем, что по данным таблицы 1 коэффициент f для условий мокрой грунтовой дороги равен 0,1:

$$\cos \alpha = \frac{1450}{10000 \cdot 9,8 \cdot 0,015} = 0,986, \quad (4)$$

Отсюда: $\alpha = 10^\circ$

Ответ: угол подъема дороги равен 10° .

Задача 2 (25 баллов)

Грузовой автомобиль массой 15 000 кг движется по горизонтальной асфальтированной дороге, находящейся в отличном состоянии. Известно, что сила тяги на ведущих колесах автомобиля равна 2000 Н. Определите, как движется автомобиль (равномерно, с ускорением или с замедлением). Силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

Решение:

1. Из пояснений к задачам понятно, что в данном случае (движение автомобиля осуществляется по горизонтальному участку дороги, а его сопротивлением воздуху можно пренебречь) сила дорожного сопротивления будет определяться выражением:

$$P_\phi = P_f = G_A f \cos \alpha, \quad (1)$$

где P_ϕ – сила дорожного сопротивления (Н); P_f – сила сопротивления качению (Н); G_A – вес автомобиля (Н); f – коэффициент сопротивления качению; α – угол подъема дороги. Так как дорога горизонтальная, то $\alpha = 0$.

2. Определяем вес автомобиля:

$$G_A = m_A \cdot g = 15\,000 \cdot 9,8 = 147\,000 \text{ (Н)} \quad (2)$$

где m_A – масса автомобиля (кг); g – ускорение свободного падения, принимаем его равным $9,8 \text{ м/с}^2$.

3. Подставляем величину G_A из выражения (2) в выражение (1). Значение коэффициента сопротивления качению выбираем из таблицы 1 из пояснений к задачам. Имеем $f = 0,015$.

$$P_\phi = 147\,000 \cdot 0,015 = 2205 \text{ (Н)}. \quad (3)$$

4. Используем условия движения автомобиля из пояснений к задачам. В нашем случае:

$$P_A = 2000 \text{ (Н)},$$

то есть $P_A < P_\phi$, следовательно, автомобиль будет двигаться с замедлением.

Ответ: автомобиль будет двигаться с замедлением.

Пояснения к задачам 3 и 4

Из теории ДВС известно, что **степень сжатия двигателя** – это отношение полного объема цилиндра (надпоршневое пространство цилиндра двигателя при положении поршня в нижней мертвой точке, НМТ) к объему камеры сгорания цилиндра.

Полный объем цилиндра, в свою очередь, можно определить как сумму рабочего объема цилиндра и объема его камеры сгорания.

Рабочий объем цилиндра определяется как произведение площади сечения цилиндра на длину хода поршня (расстояние от нижней мертвой точки (НМТ) до верхней мертвой точки (ВМТ)).

Рабочий объем двигателя внутреннего сгорания равен сумме рабочих объемов всех его цилиндров.

Задача 3 (25 баллов)

Известно, что на легковом автомобиле установлен 4-цилиндровый бензиновый двигатель. Известны технические характеристики этого силового агрегата:

– ход поршня: $h_{\text{п}} = 75,6 \text{ мм}$;

– диаметр цилиндра: $d_{\text{ц}} = 82,0 \text{ мм}$.

Определите рабочий объем двигателя легкового автомобиля.

Решение:

1. Используя пояснения к задачам, составим уравнение для величины рабочего объема двигателя легкового автомобиля:

$$V_{\text{рд}} = n \cdot V_{\text{рц}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{рд}}$ – рабочий объем двигателя автомобиля (см^3); n – число цилиндров двигателя легкового автомобиля; $V_{\text{рц}}$ – рабочий объем одного цилиндра двигателя легкового автомобиля (см^3).

2. Используя пояснения к задаче, найдем величину рабочего объема цилиндра двигателя легкового автомобиля:

$$V_{рц} = S_{ц} \cdot h_{п} = \frac{\pi d_{ц}^2}{4} h_{п}, \quad (2)$$

где $V_{рц}$ – рабочий объем цилиндра двигателя (см^3); $S_{ц}$ – площадь сечения цилиндра (см^2);

$h_{п}$ – ход поршня (см); $d_{ц}$ – диаметр цилиндра (см); $\pi = 3,14$.

3. Подставим в выражение (2) числовые значения входящих в него величин и найдем величину рабочего объема цилиндра двигателя $V_{рц}$:

$$V_{рц} = \frac{3,14 \cdot 8,2^2}{4} 7,56 = 399 \text{ (см}^3\text{)}. \quad (3)$$

4. Подставим полученное числовое значение $V_{рц}$ из выражения (3) в выражение (1) и найдем величину рабочего объема двигателя легкового автомобиля:

$$V_{рд} = 4 \cdot 399 = 1596 \text{ (см}^3\text{)}. \quad (4)$$

Ответ: величина рабочего объема двигателя легкового автомобиля = 1596 см^3 .

Задача 4 (25 баллов)

На легковом автомобиле установлен двигатель внутреннего сгорания. Известно, следующие технические характеристики этого двигателя:

– ход поршня: $h_{п} = 50,0 \text{ мм}$;

– диаметр цилиндра: $d_{ц} = 80,0 \text{ мм}$.

– степень сжатия: $\varepsilon = 12$.

Определите объем камеры сгорания цилиндра двигателя.

Решение:

1. Используя пояснения к задачам, запишем выражение для определения величины степени сжатия двигателя:

$$\varepsilon = \frac{V_{п}}{V_{кс}} = \frac{V_{р} + V_{кс}}{V_{кс}}, \quad (1)$$

где ε – степень сжатия; $V_{п}$ – полный объем цилиндра двигателя (см^3); $V_{р}$ – рабочий объем цилиндра двигателя (см^3); $V_{кс}$ – объем камеры сгорания цилиндра двигателя (см^3).

2. Преобразуем выражение (1) относительно величины объема камеры сгорания двигателя:

$$\begin{aligned} V_{кс} \cdot \varepsilon &= V_{р} + V_{кс}, \\ V_{кс} \cdot \varepsilon - V_{кс} &= V_{р}, \\ V_{кс}(\varepsilon - 1) &= V_{р}, \\ V_{кс} &= \frac{V_{р}}{(\varepsilon - 1)}. \end{aligned} \quad (2)$$

3. Используя пояснения к задачам, составим уравнение для величины рабочего объема двигателя легкового автомобиля:

$$V_{р} = \frac{\pi d_{ц}^2}{4} h_{п}, \quad (3)$$

где $V_{р}$ – рабочий объем цилиндра двигателя (см^3); $d_{ц}$ – диаметр цилиндра (мм); $h_{п}$ – ход поршня (мм); $\pi = 3,14$.

4. Подставляем выражение (3) в выражение (2), получаем:

$$V_{кс} = \frac{\pi d_{ц}^2 \cdot h_{п}}{4(\varepsilon - 1)}, \quad (4)$$

5. Подставляем в выражение (4) числовые значения входящих в него параметров:

$$V_{кс} = \frac{3,14 \cdot 64 \cdot 5}{4(\varepsilon - 1)} = 22,8 \text{ (см}^3\text{)},$$

Ответ: объем камеры сгорания цилиндра двигателя = $22,8 \text{ см}^3$.