

Движение автомобиля

ЗАДАЧА 1. (Всеросс., 1998, ОЭ, 9) На кольцевой горизонтальной дороге радиуса $R = 1000$ м стартует гоночный автомобиль массой $m = 1000$ кг с постоянным касательным ускорением $a = 2$ м/с². Определите, в течение какого времени гонщику удастся удерживать автомобиль на дороге, если коэффициент трения скольжения шин о покрытие дороги $\mu = 0,5$. Ведущие колеса у автомобиля — задние, нагрузки на переднюю и заднюю оси при таком движении одинаковы. Центр масс автомобиля расположен очень низко.

$$v_{\max} \approx \sqrt{\frac{2aR}{\mu}} = 100 \text{ м/с}$$

ЗАДАЧА 2. (Всеросс., 2012, РЭ, 10) Автомобиль массой $m = 1400$ кг движется с постоянной скоростью $v = 90$ км/ч по прямолинейному горизонтальному участку дороги. При этом на колёса автомобиля передаётся от двигателя мощность $P = 25$ кВт. Затем автомобиль въезжает на криволинейный горизонтальный участок дороги с радиусом закругления $R = 350$ м и движется с прежней скоростью.

При каких значениях коэффициента трения между колёсами и дорогой возможно такое движение автомобиля на

- 1) прямолинейном участке;
- 2) криволинейном участке?

Все колёса считать ведущими. Колёса не проскальзывают. Принять $g = 10$ м/с².

$$P_{\max} \approx \frac{mv^3}{2R} + \frac{mv^3}{2R} \leq P \quad \text{или} \quad \frac{mv^3}{R} \leq P \quad \text{или} \quad v \leq \sqrt[3]{\frac{PR}{m}}$$

ЗАДАЧА 3. (Всеросс., 2012, РЭ, 11) Автомобиль с полным приводом (двигатель вращает все четыре колеса) и массой $m = 1400$ кг проходит поворот радиуса $R = 500$ м с постоянной по модулю скоростью. Максимальная мощность двигателя автомобиля не зависит от скорости и равна P_{\max} . Сила сопротивления воздуха $\vec{F} = -\alpha\vec{v}$, где \vec{v} — скорость автомобиля, $\alpha = 40$ Н·с/м. Коэффициент трения между колёсами и дорогой $\mu = 0,52$.

Определите максимальное значение v_{\max} модуля скорости, с которой автомобиль может пройти поворот. Постройте график зависимости v_{\max} от P_{\max} .

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{P_{\max}}{\alpha}}, \text{ если } P_{\max} \leq \alpha v_{\max}^2; \text{ или } v_{\max} = \sqrt{\frac{P_{\max}}{\alpha} + \frac{m}{\mu} \left(\frac{v_{\max}}{R} \right)^2} \text{ если } P_{\max} > \alpha v_{\max}^2; \text{ где } v_{\max} = 50 \text{ м/с}$$

ЗАДАЧА 4. (МОШ, 2009, 10) Автомобиль с задними ведущими колёсами въезжает вверх по прямолинейному участку дороги, образующему с горизонтом угол α , и останавливается. Через некоторое время после этого водитель резко нажимает на газ и одновременно отпускает тормоз. С каким максимальным ускорением может начать двигаться автомобиль, если коэффициент трения его колес о дорогу равен μ , а мощность двигателя достаточно велика? Центр тяжести автомобиля находится на расстоянии h от дороги посередине между колёсами, расстояние между осями передних и задних колес равно $2L$.

$$a_{\max} = g \left(\mu \cos \alpha - \frac{h \sin \alpha}{L} \right)$$

ЗАДАЧА 5. («Физтех», 2010) При движении грузовика по горизонтальному участку дороги у него устанавливается скорость v , если на ведущие колёса передаётся мощность N . При движении на подъёме с углом наклона поверхности дороги к горизонту β ($\sin \beta = 0,1$) при передаваемой на ведущие колёса той же мощности N у грузовика устанавливается скорость $2v/3$. При движении на спуске при передаваемой на ведущие колёса мощности $N/3$ у грузовика устанавливается скорость $4v/3$. Найдите синус угла наклона поверхности дороги к горизонту на спуске. Сила сопротивления движению грузовика пропорциональна его скорости. Все участки дороги прямолинейные.

$$\sin \beta = v_1/v_2$$

ЗАДАЧА 6. (МФТИ, 2006) Проехав «лежачего полицейского» со скоростью $v_0 = 5$ км/ч, автомобиль, двигаясь далее прямолинейно по горизонтальной дороге, увеличивает свою скорость таким образом, что сила тяги, развиваемая двигателем, оказывается пропорциональной скорости автомобиля. На расстоянии $s_1 = 30$ м от «полицейского» автомобиль достиг скорости $v_1 = 20$ км/ч. На каком расстоянии от «полицейского» у автомобиля будет скорость $v_2 = 30$ км/ч? Сопротивлением движению пренебречь.

$$v_2 = \frac{v_1^2 - v_0^2}{v_1 - v_0} s_1 = v_2 s_1$$

ЗАДАЧА 7. (Всеросс., 2015, МЭ, 10–11) При движении в гору автомобиль может развивать максимальную скорость v_1 , а при движении с этой же горы — скорость v_2 . В обоих случаях двигатель работает на свою максимальную мощность; использование коробки передач позволяет двигателю автомобиля развивать эту максимальную мощность при разных скоростях движения. Какую максимальную скорость v_0 этот автомобиль может развить при движении по горизонтальной дороге? Считайте, что ветра нет, а действующая на автомобиль сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату его скорости. Решите задачу в общем случае, а также в частном случае $v_1 = 100$ км/ч, $v_2 = 2v_1 = 200$ км/ч. Сравните для данного примера скорость v_0 со значением $1,5v_1 = 150$ км/ч.

$$v_0 = \frac{v_1 + v_2}{2} \sqrt{\frac{v_1 + v_2}{v_1 - v_2}} = 0,5 \sqrt{\frac{v_1 + v_2}{v_1 - v_2}}$$