

# МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ

## ОЛИМПИАДА

### «ЗВЕЗДА»

#### «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА»

2015/16 уч.г.

7-8 КЛАСС

1. По горизонтальной ровной дороге прямолинейно движется автомобиль. На него действуют силы сопротивления: воздуха  $P_w=0,5V^2$  Н, качению  $P_f=3000$  Н. Определить мощность двигателя, необходимую для достижения максимальной скорости  $V_{max}=50$  м/с.

Решение.

1) Мощность, затрачиваемая на движение автомобиля  $N=V \cdot P_k$ , где  $P_k$  – сила тяги на ведущих колёсах.

2) Если  $V=V_{max}$ , то  $P_k=P_w+P_f$ .

3)  $N=V_{max} \cdot (0,5 V_{max}^2+3000)=212500$  (Вт).

2. По горизонтальной ровной дороге прямолинейно движется автомобиль. На него действуют силы сопротивления: воздуха  $P_w=0,5V^2$  Н, качению  $P_f=3000$  Н. Сила тяги на ведущих колёсах  $P_k=-16V^2+320V+8000$ . Масса автомобиля  $m=2000$  кг. Определить максимальную скорость автомобиля.

Решение.

1) Если  $V=V_{max}$ , то  $P_k=P_w+P_f$ .

2)  $-16 V_{max}^2+320 V_{max}+8000=0,5 V_{max}^2+3000$ .

3)  $V_{max}=29,6$  м/с.

3. Симметричный межколёсный дифференциал – это устройство, позволяющее колёсам на ведущей оси автомобиля вращаться с различной скоростью. Сила тяги при этом всегда делится поровну между колёсами. Поясните причину невозможности движения при

буксовании одного из колёс на поверхности с низкими сцепными свойствами (лёд, песок и т.д.).

Решение.

- 1) Сила тяги на буксующем колесе  $P_k = G \cdot \varphi$ , где  $G$  – нагрузка на колесо,  $\varphi$  – коэффициент сцепления.
- 2) Если  $\varphi$  мал, то  $P_k$  на этом колесе тоже мала.
- 3) Из условия симметричности дифференциала сила тяги на втором колесе оси также мала.
- 4) Если суммарная сила тяги меньше сил сопротивления движению, то автомобиль остановится.

Проектная часть.

Предложите для условий задачи 3 техническое решение, обеспечивающее возможность движения при буксовании одного из колёс на поверхности с низкими сцепными свойствами.

### 9-11 КЛАСС

1. По горизонтальной ровной дороге прямолинейно движется автомобиль. На него действуют силы сопротивления: воздуха  $P_w = 0,5V^2$  Н, качению  $P_f = 3000$  Н. Сила тяги на ведущих колёсах  $P_k = -16V^2 + 320V + 8000$ . Масса автомобиля  $m = 2000$  кг. Определить время разгона с 5 до 15 м/с.

Решение.

1) Ускорение автомобиля  $j = \frac{dv}{dt}$ .

2)  $m \cdot j = P_k - P_w - P_f$ .

3)  $\frac{dv}{dt} = \frac{P_k - P_w - P_f}{m}$ .

4)  $\frac{dv}{dt} = \frac{-16,5 \cdot V^2 + 320 \cdot V + 5000}{2000}$ .

5)  $\int_5^{15} \frac{dv}{-0,00825 \cdot V^2 + 0,16 \cdot V + 2,5} = \int_0^t dt$ .

б)  $t=3,12$  с.

2. Симметричный межколёсный дифференциал – это устройство, позволяющее колёсам на ведущей оси автомобиля вращаться с различной скоростью. Сила тяги при этом всегда делится поровну между колёсами. Поясните причину невозможности движения при буксовании одного из колёс при попадании на поверхность с низкими сцепными свойствами (лёд, песок и т.д.).

Решение.

- 1) Сила тяги на буксующем колесе  $P_k = G \cdot \varphi$ , где  $G$  – нагрузка на колесо,  $\varphi$  – коэффициент сцепления.
- 2) Если  $\varphi$  мал, то  $P_k$  на этом колесе тоже мала.
- 3) Из условия симметричности дифференциала сила тяги на втором колесе оси также мала.
- 4) Если суммарная сила тяги меньше сил сопротивления движению, то автомобиль остановится.

3. Определите минимальный тормозной путь автомобиля при замедлении с 20 м/с до полной остановки. Коэффициент сцепления (трения) между колёсами и дорогой  $\varphi = 0,85 (1 - e^{-25 \cdot S}) / (1 + e^{-6 \cdot S})$ . Коэффициент скольжения  $S = 1 - \omega \cdot R / V$ , где  $\omega$  – скорость вращения колеса,  $R$  – радиус колеса,  $V$  – скорость автомобиля. Масса автомобиля  $m = 2000$  кг.

Решение.

- 1) Минимальный тормозной путь обеспечивается максимальным коэффициентом сцепления  $\varphi_{\max}$ .
- 2)  $\varphi_{\max} = 1,17$  – найти любым способом.
- 3) Пренебрегая силами сопротивления движению  $m \cdot j = -\varphi_{\max} \cdot m \cdot g$ , где  $j$  – ускорение замедления автомобиля.
- 4)  $j = \text{const}$ , тогда тормозной путь  $s = V^2 / (2 \cdot j)$ .
- 5)  $j = 17,5$  м.

Проектная часть.

Предложите для условий задачи 3 техническое решение, обеспечивающее минимальный тормозной путь автомобиля.