

Слайды к лекциям по курсу

**ТЕОРИЯ ДВИЖЕНИЯ
ВОЕННЫХ КОЛЕСНЫХ МАШИН**

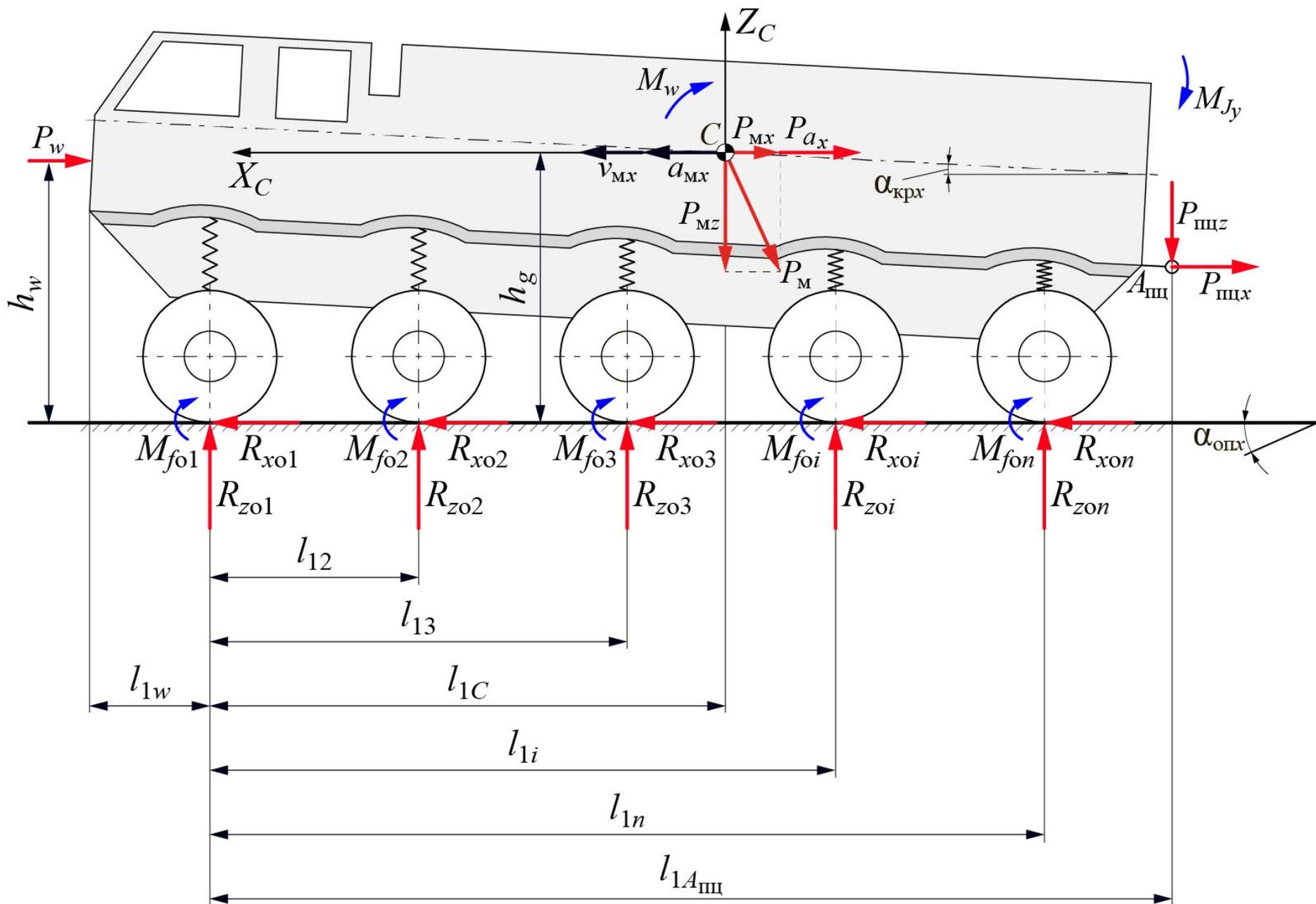
Лекция 5

Прямолинейное движение КМ по твердой плоской опорной поверхности

При изучении свойств КМ при прямолинейном движении по твердой плоской ОП пренебрегают взаимными перемещениями всех отдельных масс, кроме относительного вращения деталей двигателя, трансмиссии и колес, а также вводят допущение, что центр масс C совершает плоское движение, копируя продольный профиль опорной поверхности без колебаний, вызываемых ее неровностями.

Оси, проходящие через центр масс C , называют соответственно продольной X_C , поперечной Y_C и нормальной Z_C . Считают, что ОП наклонена к горизонтальной на угол подъема $\alpha_{опх}$.

Прямолинейное движение КМ по твердой плоской ОП



P_w – сила сопротивления воздушной среды;

v_{mx} , a_{mx} – линейные скорость и ускорение в продольном направлении;

$P_{ax} = m_M \cdot a_{mx}$ – инерционная составляющая;

J_y – момент инерции относительно поперечной оси;

α_{OPx} – продольный угол наклона ОП

$\alpha_{крx}$ – угол крена корпуса

l_{1i} – положение характерных точек по продольной координате относительно 1-ой оси

h_i – вертикальная координата характерных точек

$A_{пц}$ – точка, характеризующая положение сцепного устройства

Принято оперировать двумя массами КМ

Снаряженная масса КМ $m_{\text{сн}}$

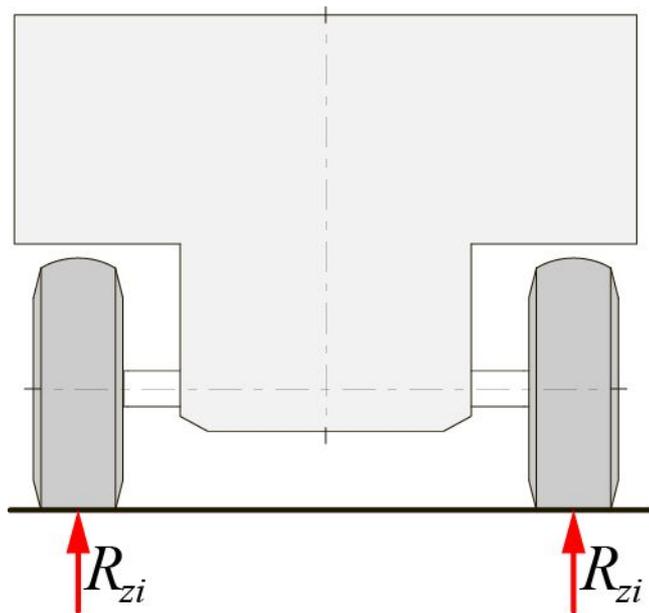
Снаряженной массой называют массу КМ без груза, полностью заправленной топливом, смазочными материалами и охлаждающей жидкостью, с запасным колесом, инструментом и оборудованием.

Полная масса КМ $m_{\text{пол}}$

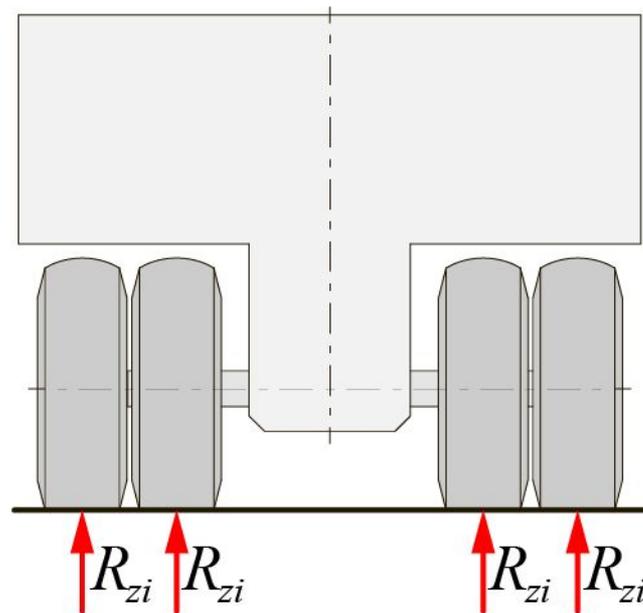
Полной массой называют массу КМ, которая помимо снаряженной массы включает также массы водителя и груза по номинальной грузоподъемности грузовой КМ или массу пассажиров, число которых соответствует номинальной пассажировместимости легкой КМ или автобуса.

При прямолинейном движении можно сделать допущение, что все внешние силы, действующие на КМ, лежат в плоскости движения $X_C CZ_C$, перпендикулярной опорной плоскости.

Это позволяет вместо пространственной схемы рассматривать плоскую (велосипедную), приведенную к плоскости симметрии КМ.



$$R_{zoi} = 2 \cdot R_{zi}$$



$$R_{zoi} = 4 \cdot R_{zi}$$

R_{zoi} и R_{xoi} – нормальная и продольная реакции, действующие на колеса i -ой оси;

M_{foi} – момент сопротивления качению, действующий на колеса i -ой оси;

$P_M = m_M \cdot g$ – сила тяжести КМ;

$P_{Mx} = P_M \cdot \sin \alpha_{OPx}$ – продольная составляющая силы тяжести;

$P_{Mz} = P_M \cdot \cos \alpha_{OPx}$ – нормальная составляющая силы тяжести;

$P_{пц z}$ и $P_{пц x}$ – нормальная и продольная составляющие силы в сцепном устройстве.

Внешние силы, действующие на КМ подразделяются на **активные** и **пассивные**.

Пассивные силы (P_{mz} и R_{zoi}) не совершают непосредственной работы, однако оказывают большое влияние на движение КМ.

Активные силы подразделяют на движущие и силы сопротивления

Движущие силы – это активные силы, вектор которых по направлению совпадает с направлением вектора скорости движения центра масс КМ $\bar{v}_{мх}$.

Силы сопротивления – это активные силы, вектор которых против направления вектора скорости движения центра масс КМ $\bar{v}_{мх}$.

Движение КМ возможно при создании положительных значений продольных реакций R_x в пятне контакта колес, поэтому сумму этих реакций и будем считать движущей силой.

Создание движущих сил возможно только при наличии полных окружных сил на ведущих колесах. Полная окружная сила всей КМ определяется суммой полных окружных сил на ведущих колесах:

$$P_{\text{КМ}} = \sum_{i=1}^{2n} P_{ki}$$

Аналогично можно говорить о силе сопротивления качению всей колесной машины, определяемой суммой сил сопротивлений всех колес:

$$P_{f_{\text{шм}}} = \sum_{i=1}^{2n} P_{f_{\text{ши}}}$$

Равнодействующую R_w называют **полной аэродинамической силой**

$$R_w = c_x \cdot F_{\text{лоб}} \cdot q_w$$

c_x – безразмерный коэффициент полной аэродинамической силы;

$F_{\text{лоб}}$ – площадь миделева сечения (лобовая), м²;

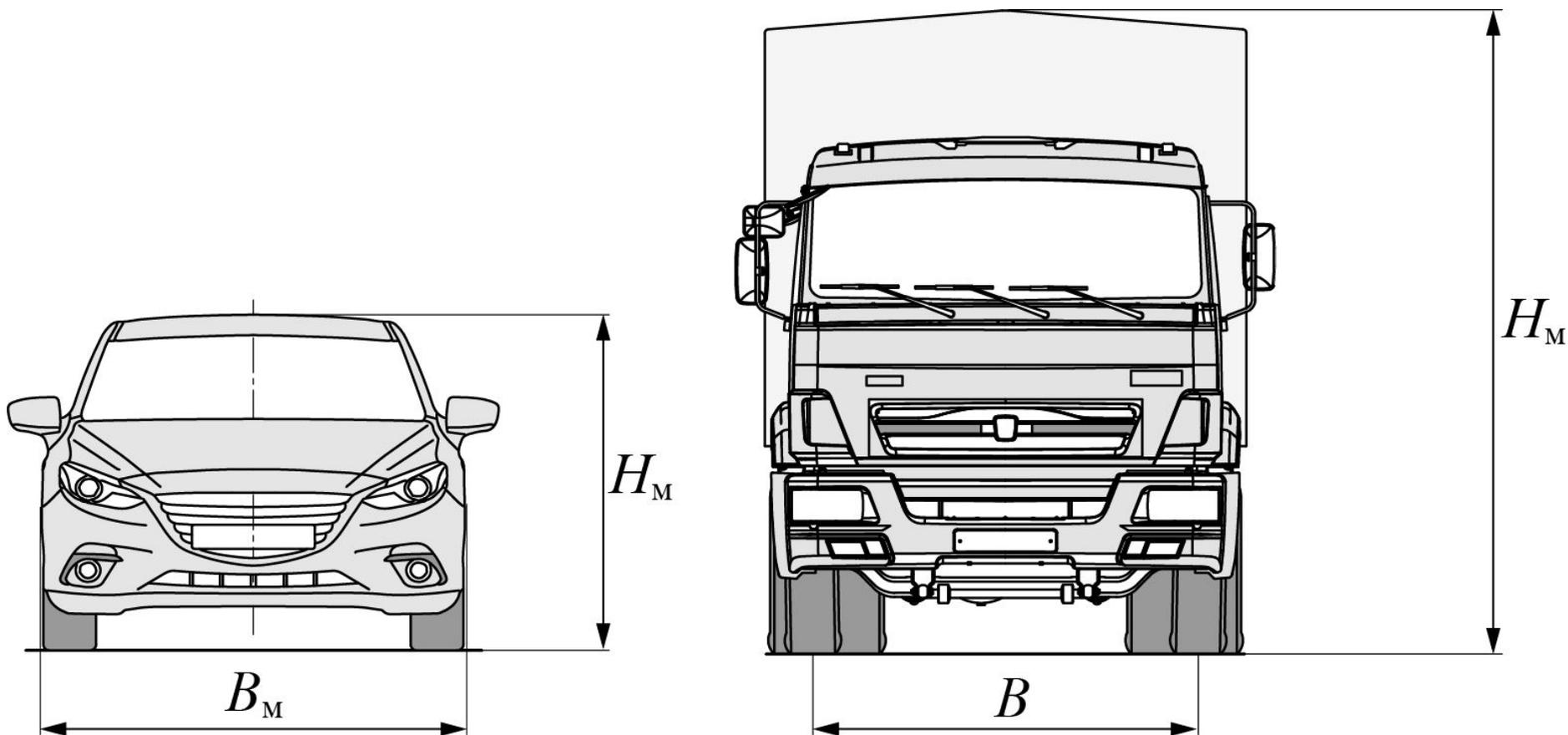
q_w – скоростной напор, кг/(м·с²).

R_w приложена в точке, называемой центром парусности и расположенной на высоте h_w от опорной поверхности.

Значения c_x для КМ различных типов при нулевых углах натекания и атаки:

Легковые	0,25 – 0,6
Автобусы вагонной компоновки	0,6 – 0,75
Грузовые	0,8 – 1,0
Автопоезда	1,1 – 1,55

Для легковых КМ $F_{\text{лоб}} \approx 0,8 \cdot B_{\text{М}} \cdot H_{\text{М}}$, для грузовых $F_{\text{лоб}} \approx B \cdot H_{\text{М}}$ ($B_{\text{М}}$ и $H_{\text{М}}$ – габаритные ширина и высота колесной машины, B – колея).



Скоростной напор q_w – равен кинетической энергии кубического метра воздуха, движущегося со скоростью v_x КМ относительно воздушной среды:

$$q_w = 0,5 \cdot \rho_w \cdot v_x^2$$

ρ_w – ПЛОТНОСТЬ ВОЗДУХА, КГ/М³.

Выделяют следующие составляющие силы сопротивления воздуха P_w :

- формы ($0,5 \dots 0,6 P_w$) обусловлено разностью между повышенным фронтальным давлением, возникающим перед КМ и пониженным давлением, вызванным завихрениями позади нее;
- внутреннее ($0,1 \dots 0,15 P_w$), создаваемое потоками воздуха, проходящими внутри КМ для вентиляции кузова и охлаждения двигателя;

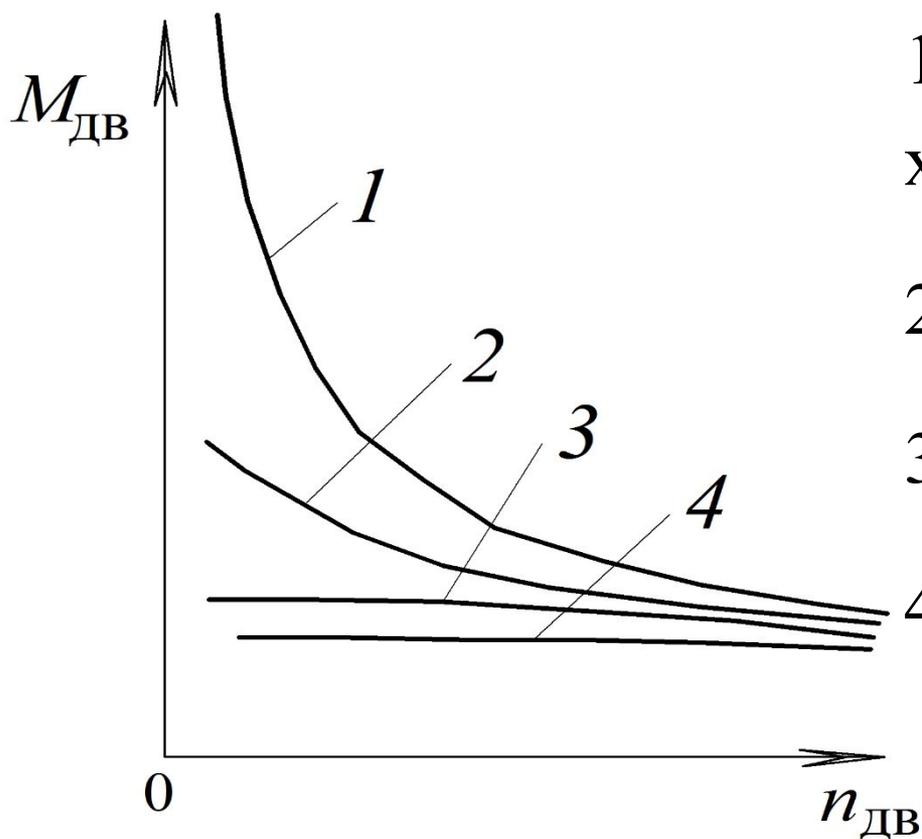
- поверхностного трения ($0,05 \dots 0,1 P_w$), вызываемое силами вязкости пограничного слоя воздуха, движущегося у поверхности КМ;
- индуктивное ($0,05 \dots 0,1 P_w$), вызванное потоками, проходящими под днищем, приводящие к возникновению вертикальных и боковых воздушных нагрузок;
- дополнительное (до $0,15 P_w$), создаваемое различными выступающими частями (фарами, зеркалами, ручками, указателями поворота и т. д.).

Внутренние силы и моменты

Возникают в элементах КМ, осуществляющих передачу мощности от силовой установки к ведущим колесам.

Источником энергии для КМ является силовая установка, которая характеризуется изменением мощности и момента на выходном валу в зависимости от оборотов.

Для любой транспортной машины идеальной характеристикой изменения крутящего момента $M_{\text{ДВ}}$ в зависимости от оборотов $n_{\text{ДВ}}$ выходного вала является гипербола (кривая 1 на рисунке).



1 — идеальная характеристика

2 — газотурбинный двигатель

3 — бензиновый двигатель

4 — дизельный двигатель

Для приближения характеристики момента на ведущих колесах к идеальной используется трансмиссия.

