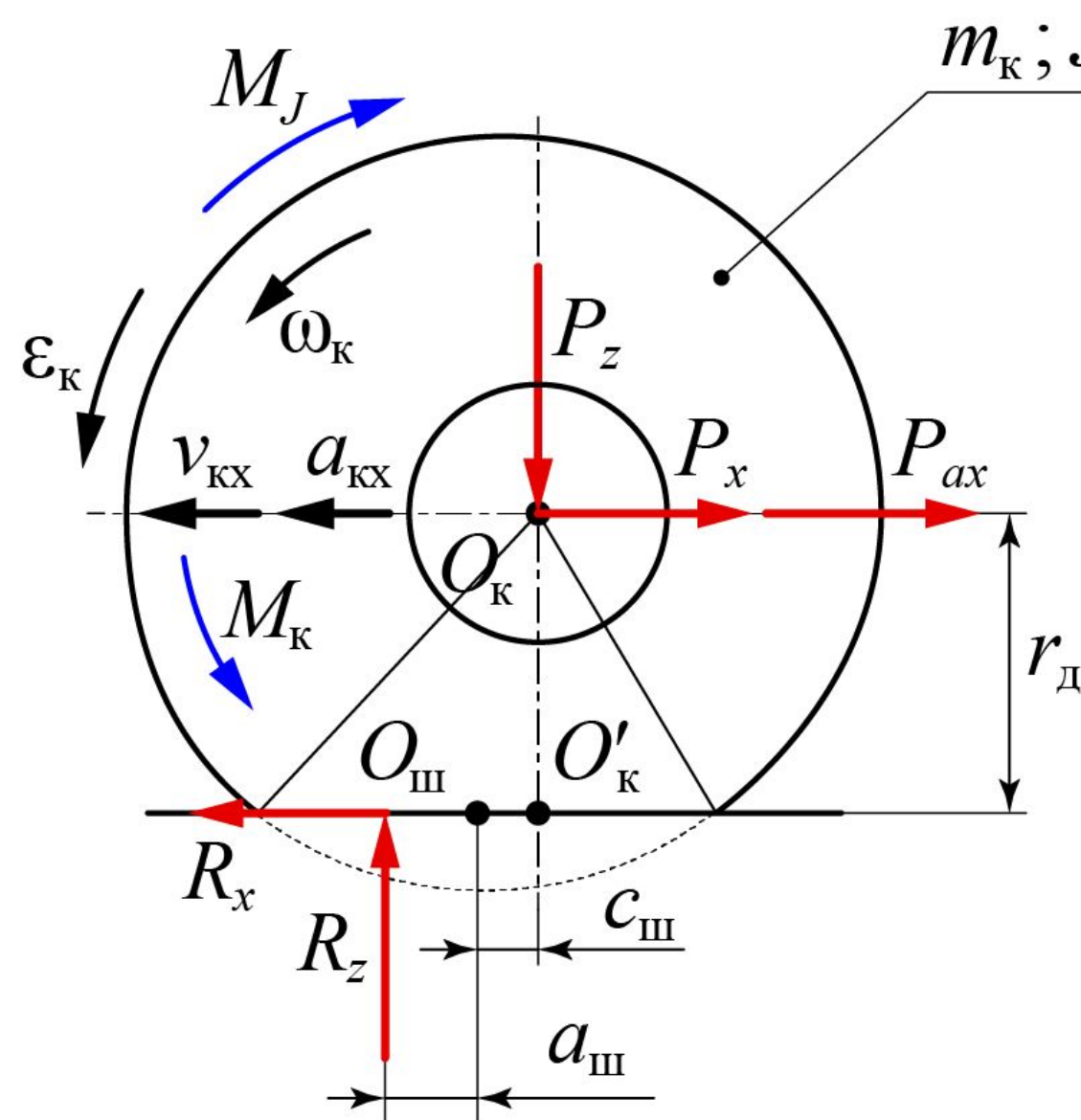


Слайды к лекциям по курсу

**ТЕОРИЯ ДВИЖЕНИЯ
ВОЕННЫХ КОЛЕСНЫХ МАШИН**

Лекция 3

Уравнения движения колеса



Колесо, кроме рассмотренных геометрических, кинематических и силовых параметров характеризуется массой m_K и моментом инерции относительно оси вращения J_K .

Уравнения движения колеса

$$a_{KX} = dv_{KX} / dt \quad \text{Продольное ускорение}$$

$$a_{KZ} = dv_{KZ} / dt \quad \text{Вертикальное ускорение}$$

$$\varepsilon_K = \frac{d\omega_K}{dt} \quad \text{Угловое ускорение}$$

$$P_{ax} = m_K \cdot a_{KX} \quad \text{Инерционная сила}$$

$$M_J = J_K \cdot \varepsilon_K \quad \text{Инерционный момент}$$

Уравнения движения колеса

$$P_{ax} = R_x - P_x$$

$$P_{az} = R_z - P_z \quad \text{Если } a_{kz} = 0 \quad \text{то } R_z = P_z$$

$$* \quad M_J = M_K - R_x \cdot r_d - R_z \cdot (a_{ш} + c_{ш})$$

Ранее введено понятие момента сопротивления качению в свободном режиме:

$$M_{f_{ш}} = R_z \cdot a_{ш}$$

Уравнение мощностного баланса

$$M_K \cdot \omega_K = R_x \cdot v_{Kx} + M_J \cdot \omega_K + M_{f_{\text{ш}}} \cdot \omega_K + R_x \cdot v_s$$

Так как $v_s = v_{\text{отн}} - v_{Kx}$,

а $v_{\text{отн}} = \omega_K \cdot r_{K0}$

то после деления на ω_K и преобразований получим

$$M_K = R_x \cdot r_{K0} + M_J + M_{f_{\text{ш}}}$$

Уравнение мощностного баланса

$$M_{\text{к}} = R_x \cdot r_{\text{к0}} + M_J + M_{f\text{ш}}$$

Если рассмотреть это уравнение и уравнение равенства моментов (*), то можно выразить $c_{\text{ш}}$

$$M_J = M_{\text{к}} - R_x \cdot r_{\text{д}} - R_z \cdot (a_{\text{ш}} + c_{\text{ш}}) *$$

$$c_{\text{ш}} = R_x \cdot (r_{\text{к0}} - r_{\text{д}}) / R_z$$

Но это справедливо для малых деформаций колеса, а есть очень эластичные покрышки.

Уравнения движения колеса

Введем следующие понятия:

$$P_k = M_k / r_{k0}$$

Полная окружная сила

$$P_{f_{\text{ш св}}} = M_{f_{\text{ш}}} / r_{k0}$$

Сила сопротивления качению
в свободном режиме

$$f_{\text{ш св}} = \frac{P_{f_{\text{ш св}}}}{R_z} = \frac{a_{\text{ш}}}{r_{k0}}$$

Коэффициент сопротивления
качению в свободном режиме

Уравнения движения колеса

Проведем преобразования относительно ε_K

$$\varepsilon_K = \frac{d\omega_K}{dt} = \frac{a_{Kx}}{r_K} \quad \text{Угловое ускорение}$$

И инерционного момента:

$$M_J = J_K \cdot \varepsilon_K = \frac{J_K \cdot a_{Kx}}{r_K}$$

Уравнения движения колеса

Уравнение баланса сил на колесе:

$$P_{\text{к}} = P_{f_{\text{ш св}}} + P_x + P_{ax} + M_J / r_{\text{к0}}$$

ИЛИ

$$\frac{M_{\text{к}}}{r_{\text{к0}}} = f_{\text{ш св}} \cdot R_z + P_x + m_{\text{к}} \cdot a_{\text{кx}} + \frac{J_{\text{к}} \cdot a_{\text{кx}}}{(r_{\text{к}} \cdot r_{\text{к0}})}$$

Уравнение баланса сил на колесе

$$\frac{M_{\text{к}}}{r_{\text{к0}}} = \underbrace{f_{\text{ш св}} \cdot R_z}_{\text{1}} + \underbrace{P_x}_{\text{2}} + \underbrace{m_{\text{к}} \cdot a_{\text{кx}}}_{\text{3}} + \underbrace{\frac{J_{\text{к}} \cdot a_{\text{кx}}}{(r_{\text{к}} \cdot r_{\text{к0}})}}_{\text{4}}$$

Полная окружная сила затрачивается на:

- 1 Соппротивление качению шины $P_{f_{\text{ш св}}}$
- 2 Создание силы тяги на оси колеса P_x
- 3 Продольный разгон колеса (ускорение) P_{ax}
- 4 Раскрутку колеса $M_J / r_{\text{к0}}$

Уравнение баланса сил на колесе

Полная окружная сила, подводимая от двигателя через трансмиссию к колесу, может быть ограничена возможностью создания достаточной продольной реакции:

$$R_x = P_x + P_{ax}$$

R_x ограничена реакцией (силой) сцепления:

$$R_\varphi = \varphi \cdot R_z$$

φ – коэффициент сцепления:

Уравнение баланса мощности

$$M_K \omega_K = P_{x_K} \omega_K + f_{\text{шсв}} R_{z_{K0}} \omega_K + m_{K_{\text{кх}}} a_{K_{\text{кх}}} r_K \omega_K + \frac{J_K a_{\text{кх}} \omega_K}{r_K} + \varphi R_{z_{K0}} \omega_K S_{\bar{\sigma}j}$$

The diagram illustrates the mapping of terms from the power balance equation to their respective power components. Blue brackets group terms in the top equation, and blue arrows point down to the corresponding terms in the bottom equation.

$$N_K = N_{\text{ТЯГ}} + N_{f_{\text{ш}}} + N_{ax} + N_J + N_S$$

Уравнение баланса мощности

$$N_{\text{к}} = N_{\text{тяг}} + N_{f_{\text{ш}}} + N_{ax} + N_J + N_S$$

$N_{\text{к}}$ - подведенная к колесу мощность

$N_{\text{тяг}}$ - тяговая мощность

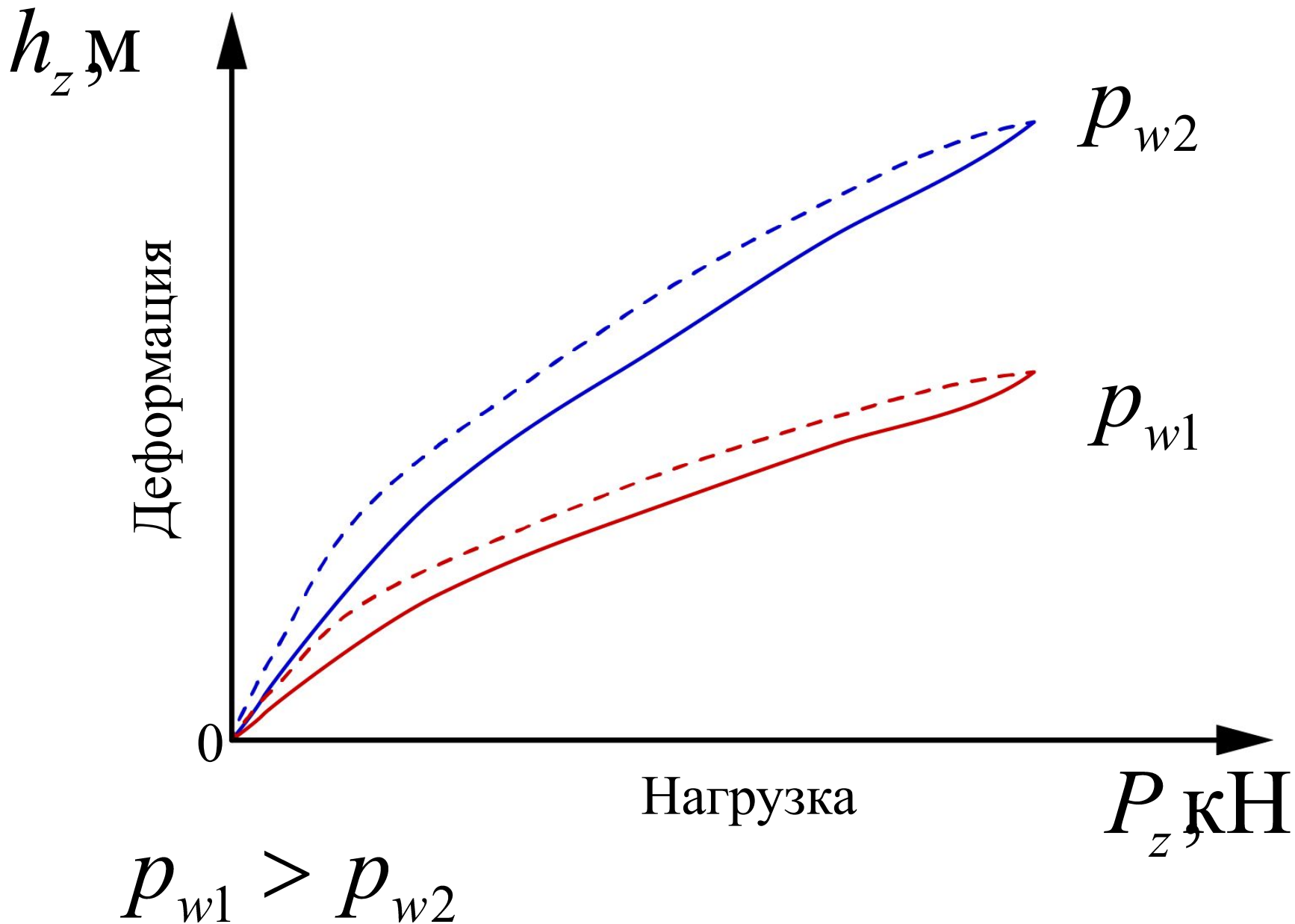
$N_{f_{\text{ш}}}$ - мощность на сопротивление качению

N_{ax} - мощность на разгон колеса

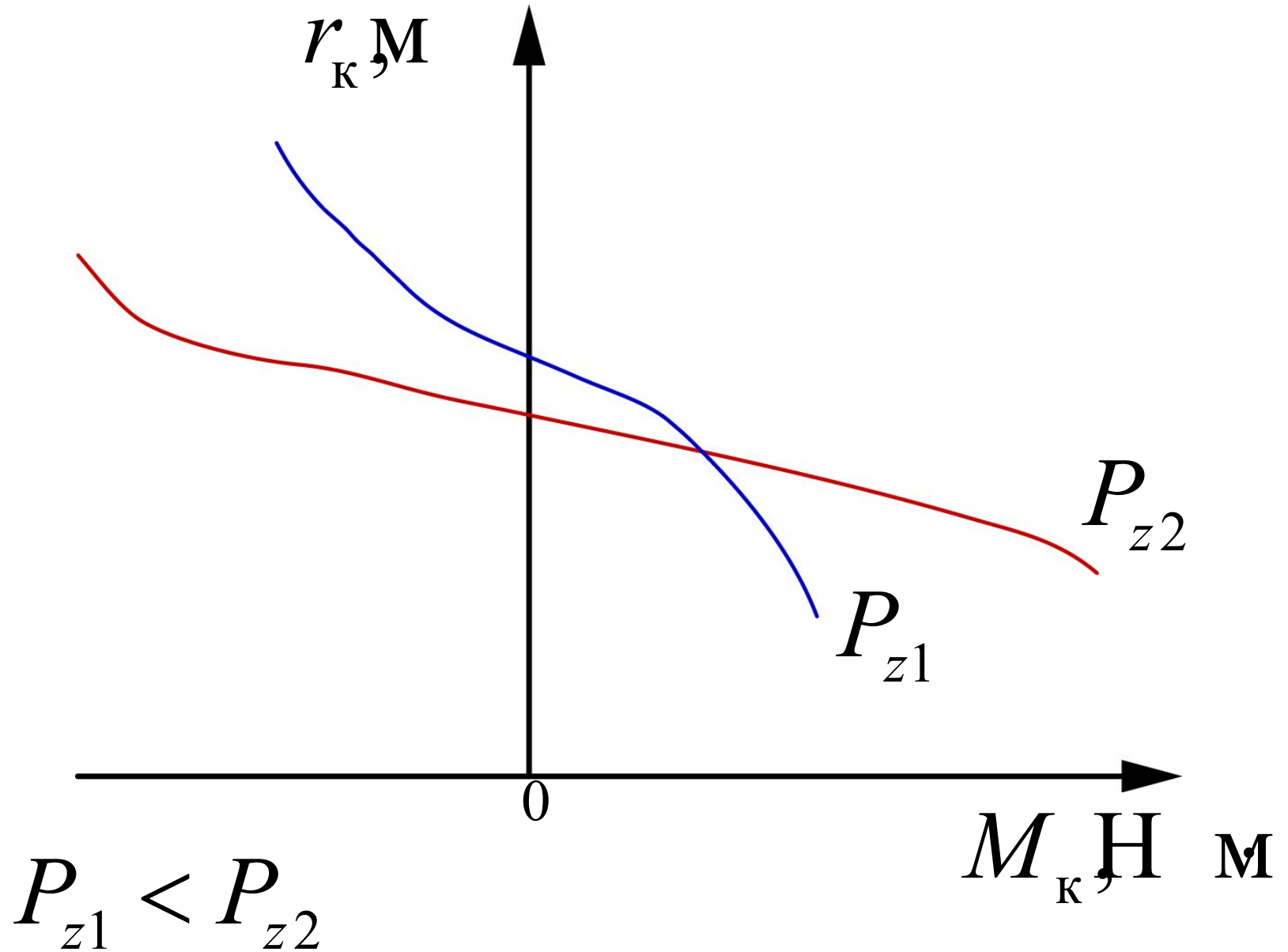
N_J - мощность на раскрутку колеса

N_S - мощность на скольжение (буксование) колеса

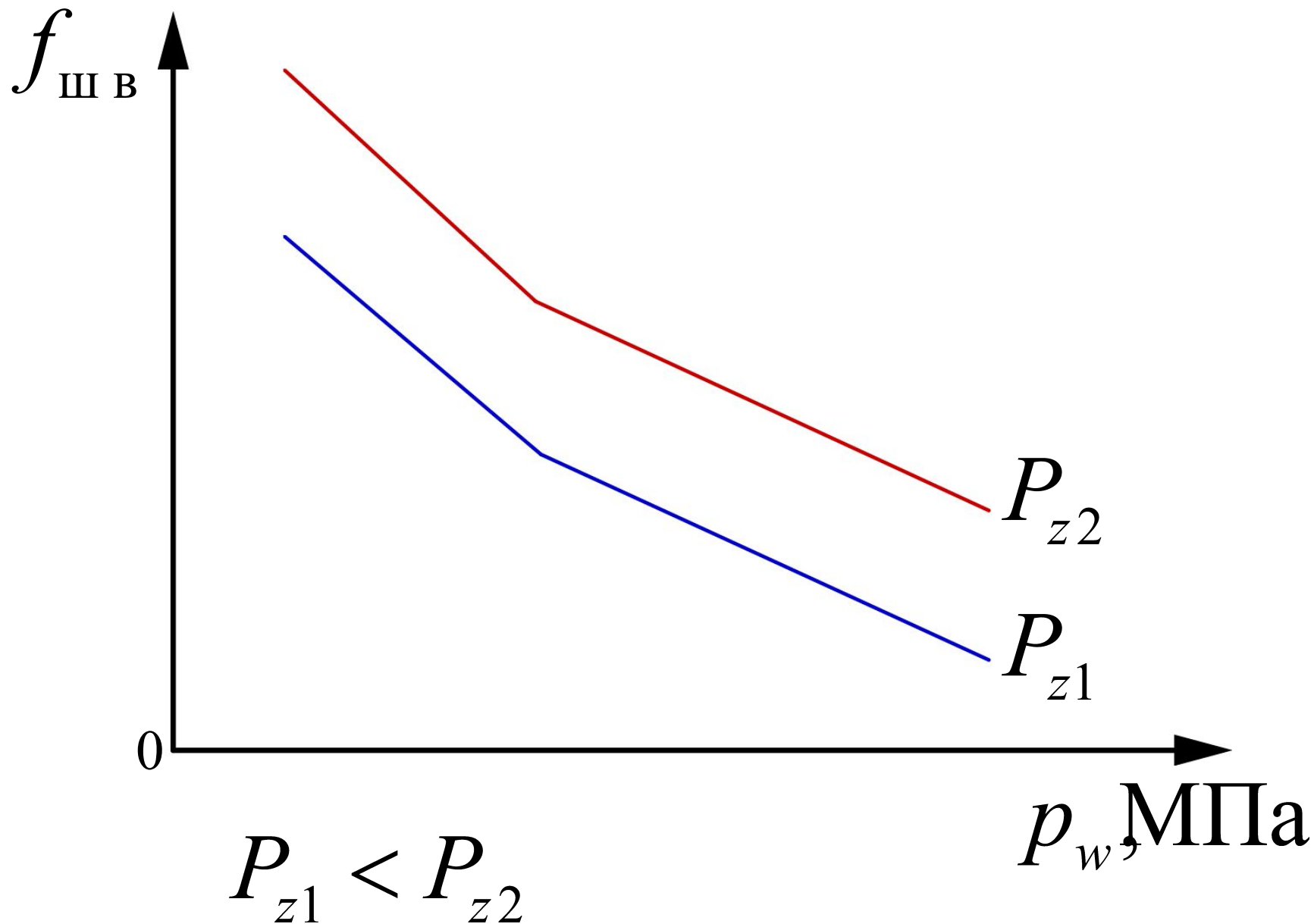
Изменение основных параметров колеса



Изменение основных параметров колеса



Изменение основных параметров колеса



Безразмерные показатели колеса

Их вводят для облегчения сравнения различных колес

① $f_{шв} = P_{fшв} / R_z$ Коэф. сопротивления качению в ведомом режиме

② $k_{P_x} = k_{тяг} = P_x / R_z$ Коэф. продольной силы

③ $S_{б\Sigma}, S_{бу}, S_{бj}$ Коэффициенты продольного скольжения (см. ранее)

④ $k_{R_x} = R_x / R_z$ Коэф. продольной реакции

Безразмерные показатели колеса

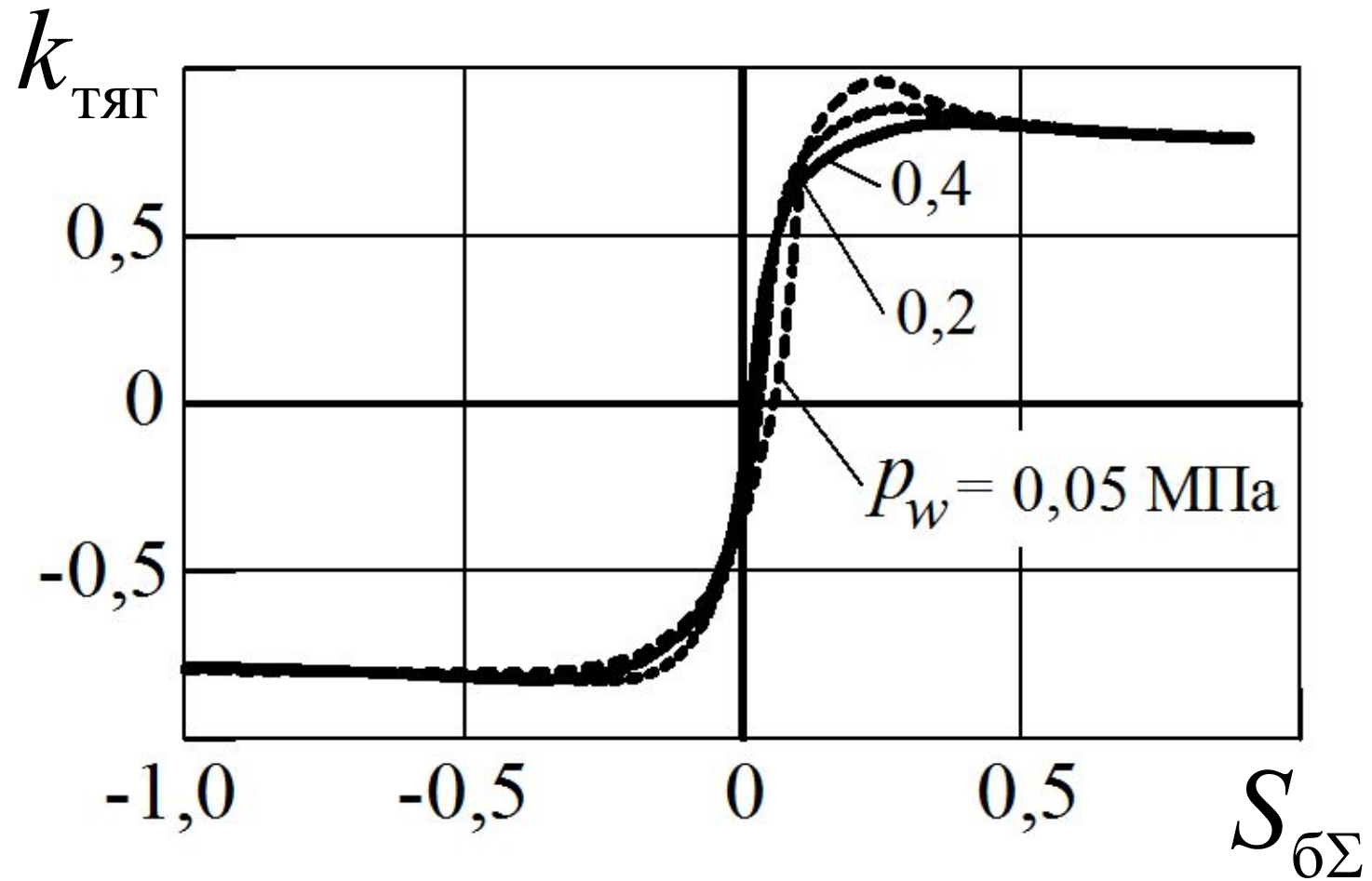
5 f_N Коэф. подведенной
мощности

$$f_N = \frac{N_K}{m_K \cdot g \cdot v_{KX}} = \frac{N_K}{P_Z \cdot v_{KX}} = k_{\text{ТЯГ}} + f_{N_f}$$

6 f_{N_f} Коэф. мощности
сопротивлений

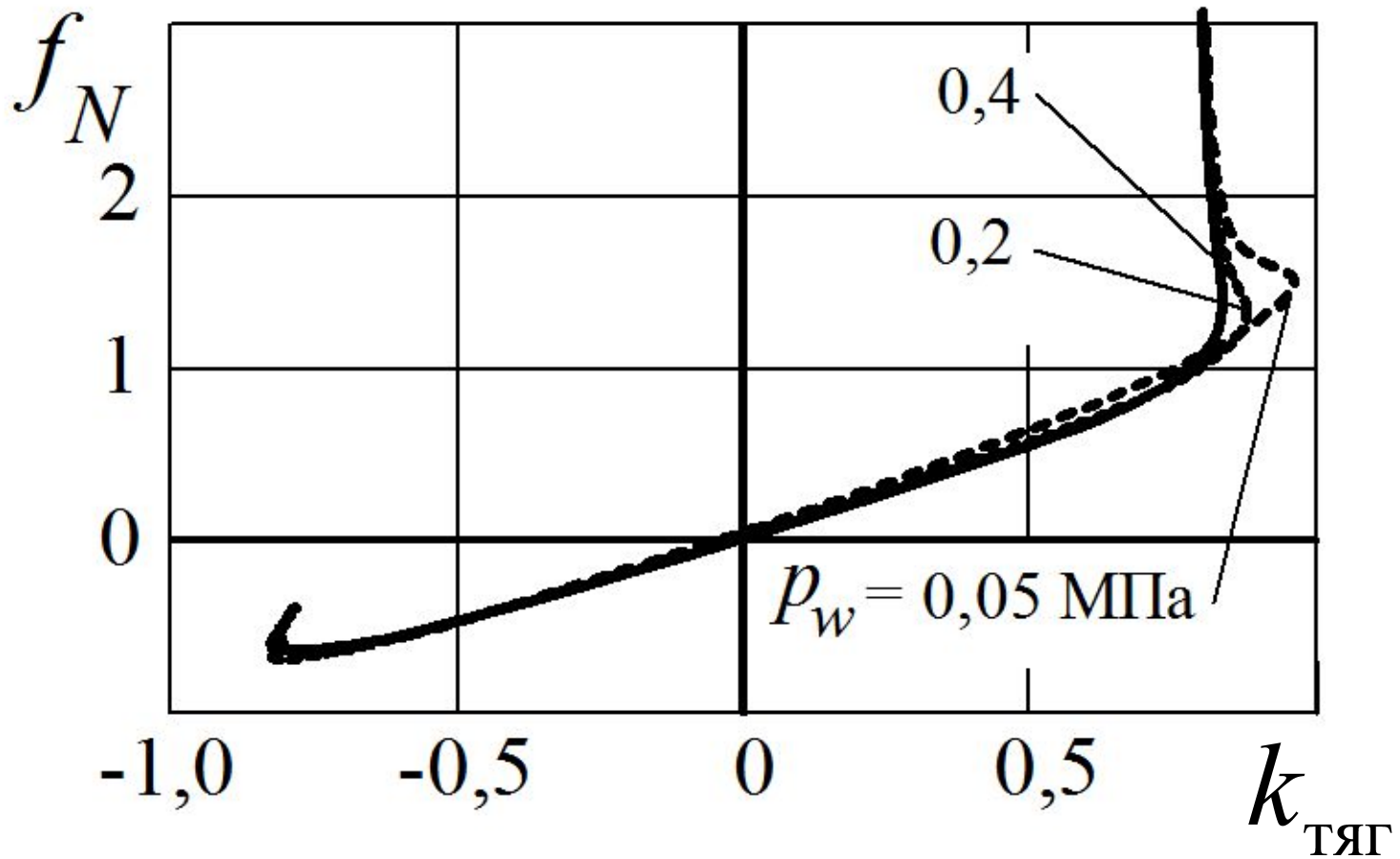
$$f_{N_f} = \frac{N_K - N_{\text{ТЯГ}}}{P_Z \cdot v_{KX}} = \frac{N_{fu} + N_{ax} + N_J + N_S}{P_Z \cdot v_{KX}}$$

Безразмерные показатели колеса



$$k_{\text{ТЯГ}} = f(S_{6\Sigma}, P_z, p_w)$$

Безразмерные показатели колеса



Безразмерные показатели колеса

