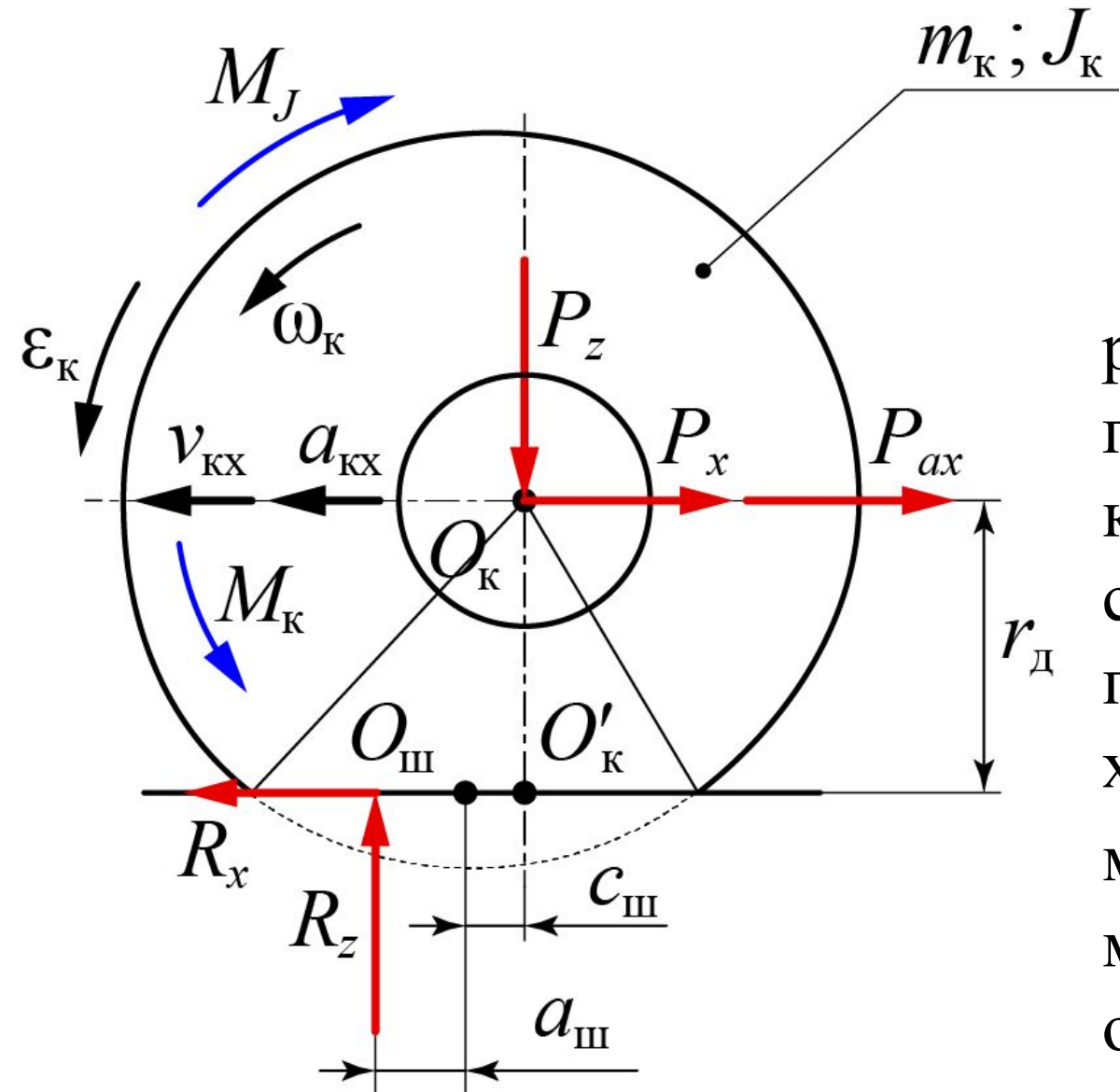


Слайды к лекциям по курсу

**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

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

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

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

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

$$M_k = R_x \cdot r_{k0} + M_J + M_{fш}$$

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

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

$$c_{ш} = R_x \cdot (r_{k0} - r_d) / R_z$$

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

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

The diagram illustrates the mapping of terms from the power balance equation to their respective power components. Blue brackets and arrows connect each term in the equation to a corresponding power term below it:

- $M_K \omega_K$ is mapped to N_K
- $P_{x_K} \omega_K$ is mapped to $N_{\text{ТЯГ}}$
- $f_{\text{шсв}} R_{z_{K0}} \omega_K$ is mapped to $N_{f_{\text{ш}}}$
- $m_K a_{Kx} r_K \omega_K$ is mapped to N_{ax}
- $\frac{J_K a_{Kx} \omega_K}{r_K}$ is mapped to N_J
- $\varphi R_{z_{K0}} \omega_K S_{\bar{\sigma}j}$ is mapped to N_S

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

Уравнение баланса мощности

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

N_K - подведенная к колесу мощность

$N_{\text{ТЯГ}}$ - тяговая мощность

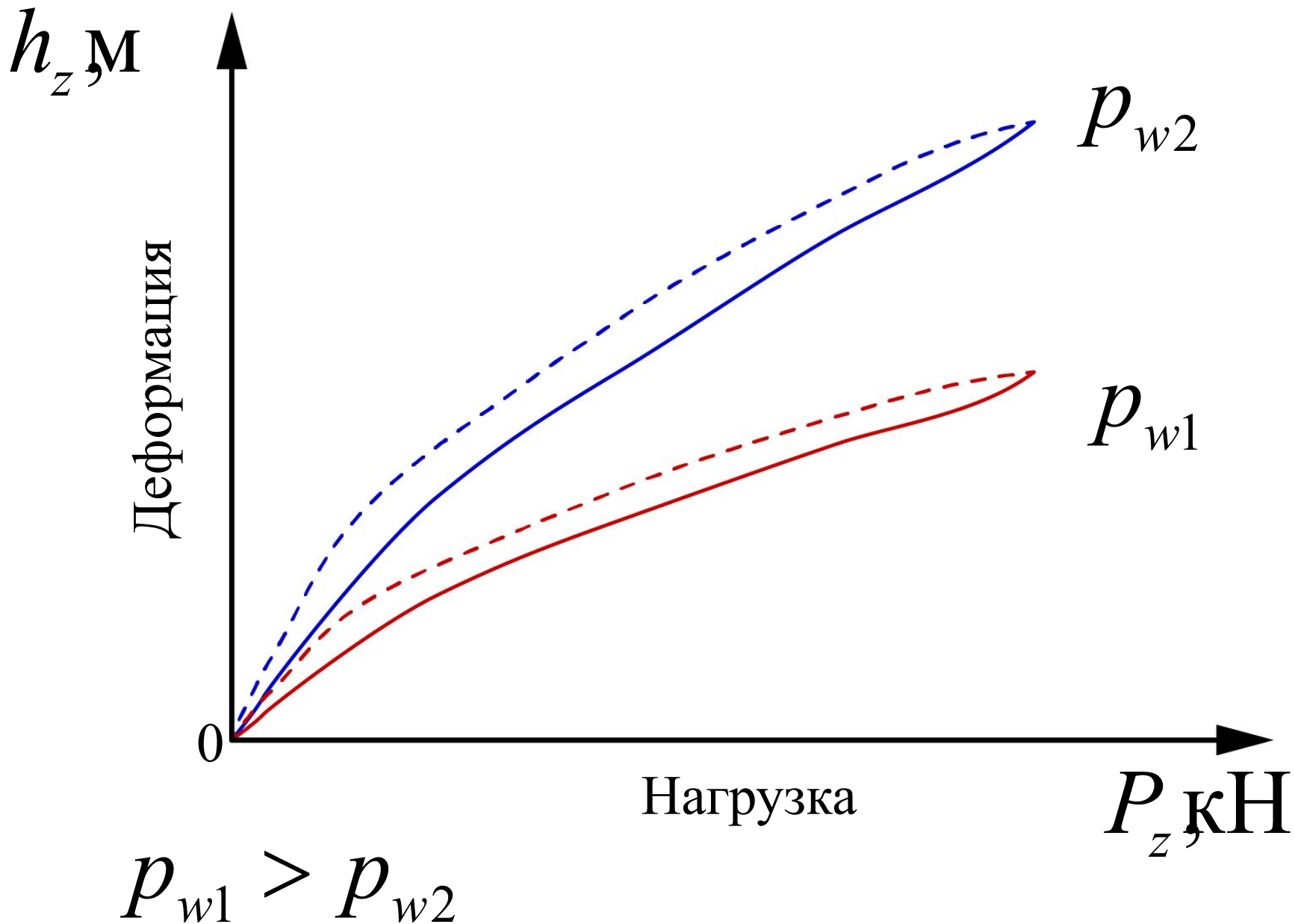
$N_{f_{\text{ш}}}$ - мощность на сопротивление качению

N_{ax} - мощность на разгон колеса

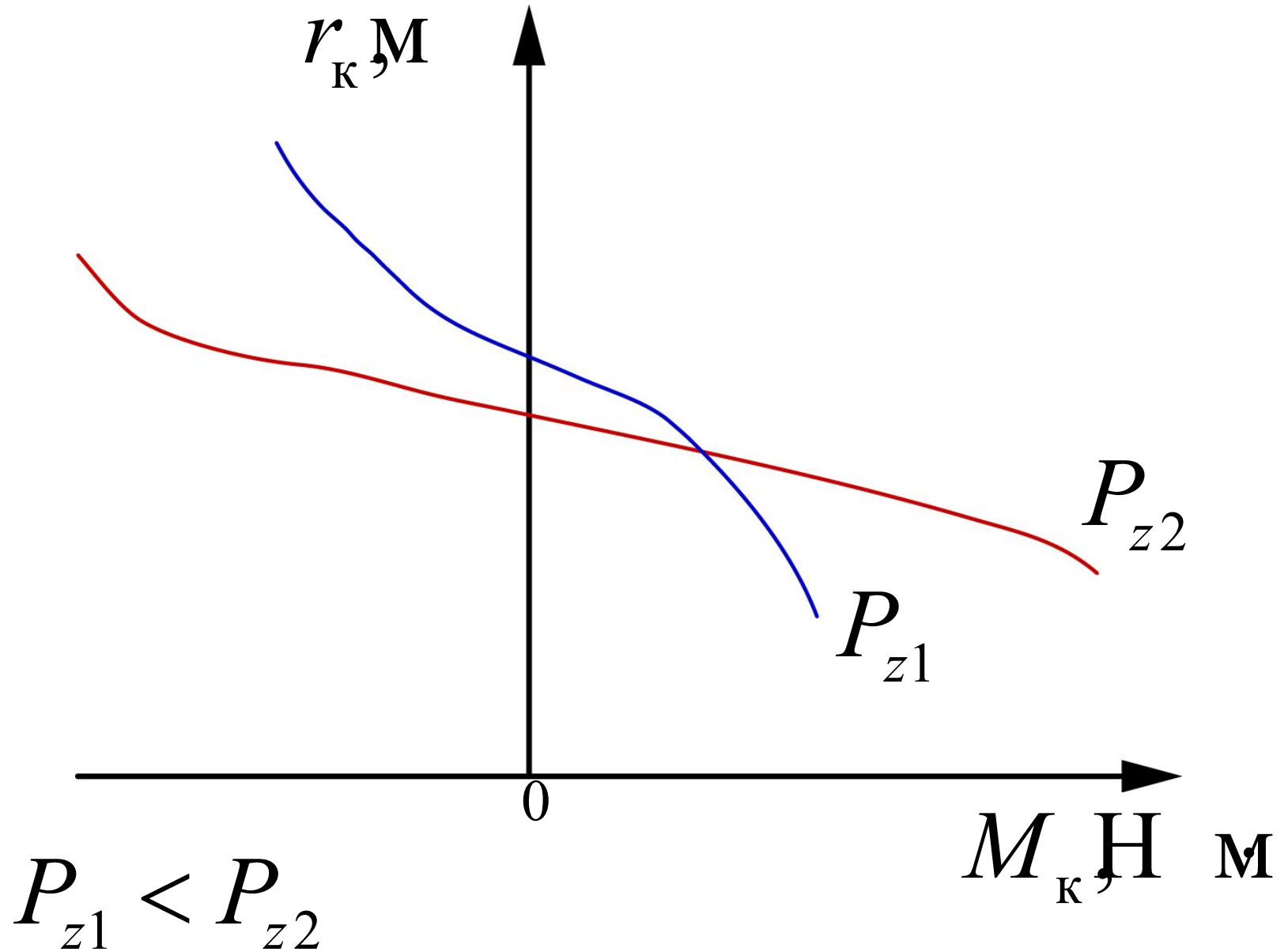
N_J - мощность на раскрутку колеса

N_S - мощность на скольжение (буксование) колеса

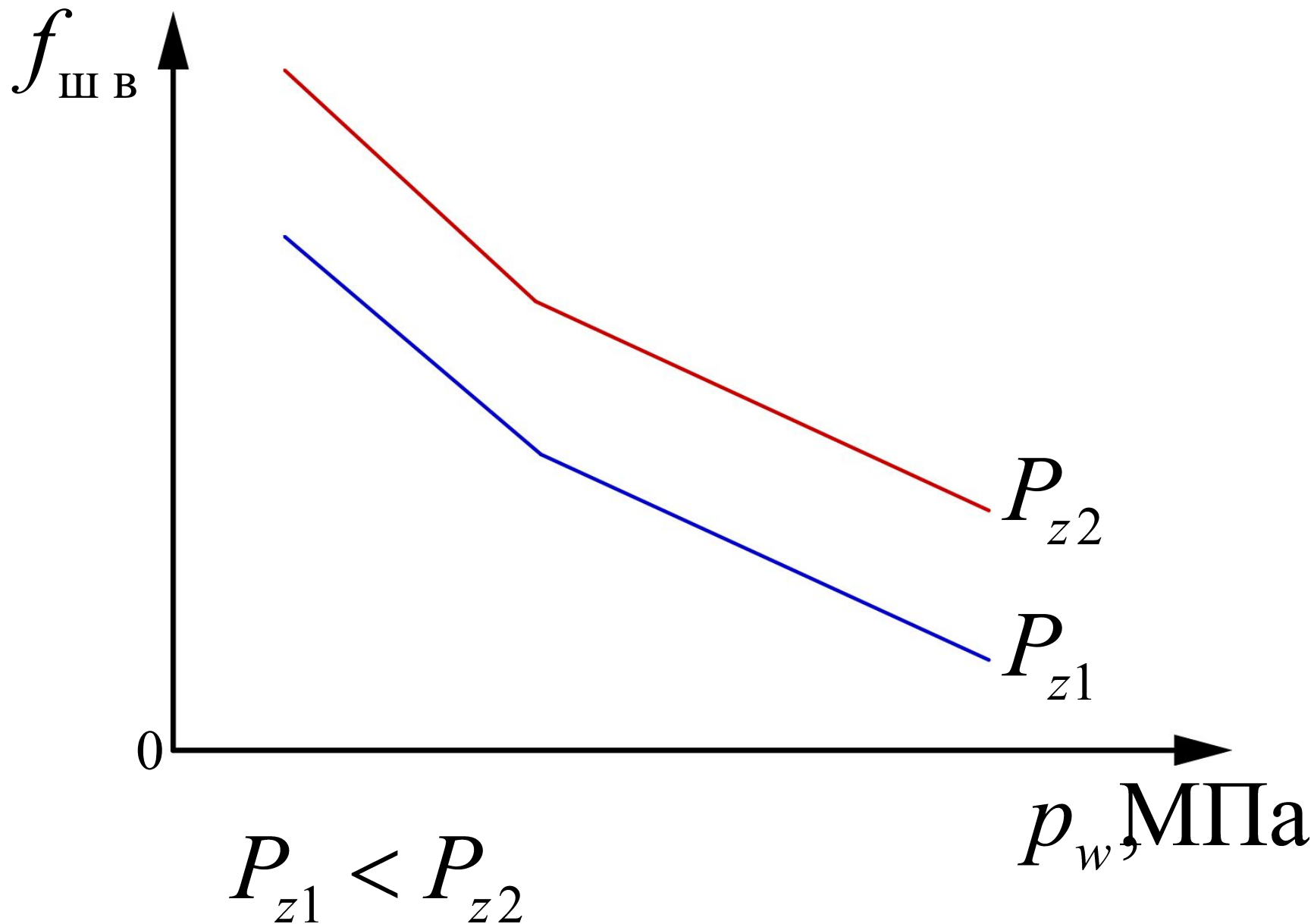
Изменение основных параметров колеса



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

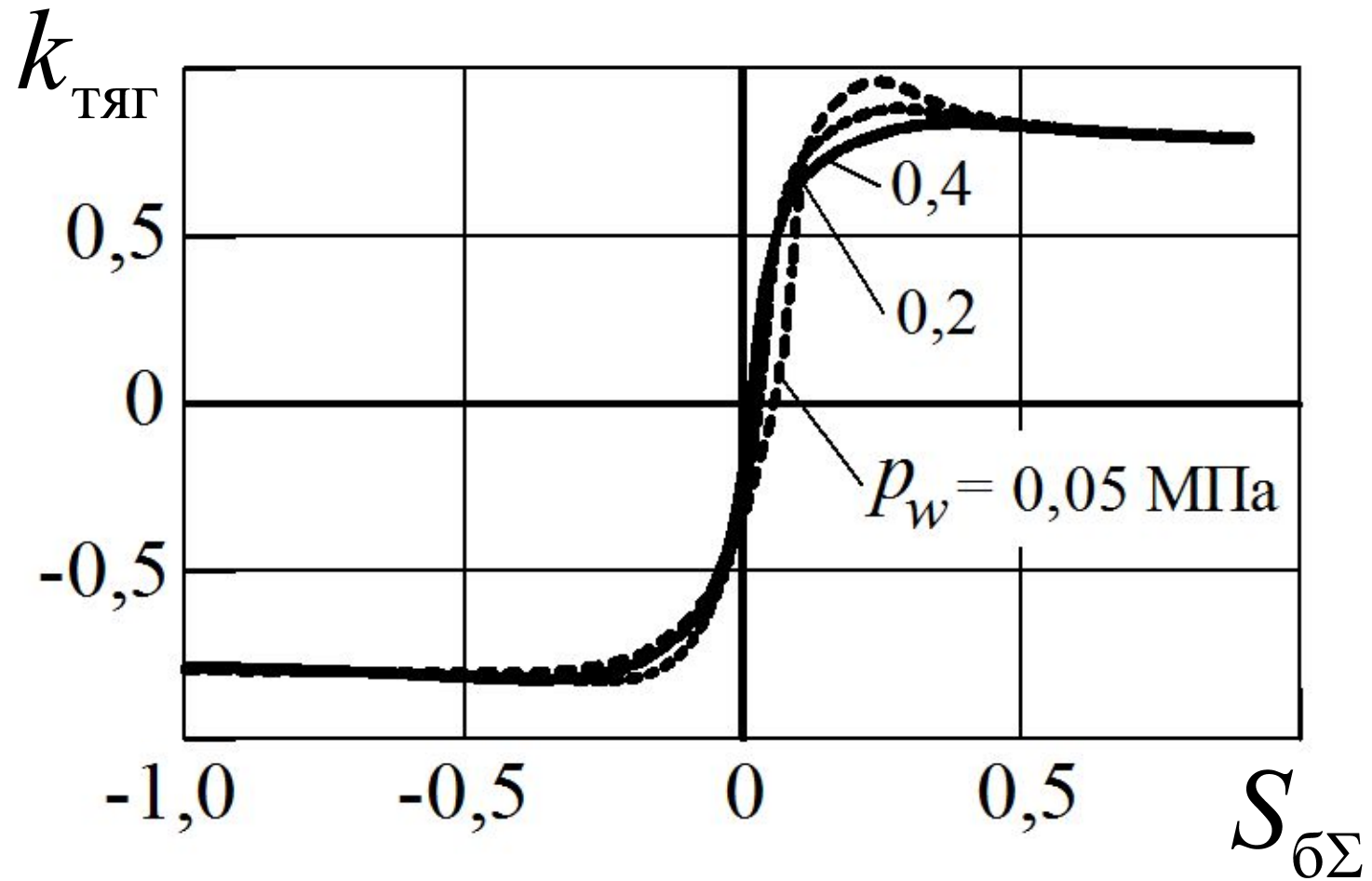
5 f_N Коэф. подведенной
мощности

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

6 f_{N_f} Коэф. мощности
сопротивлений

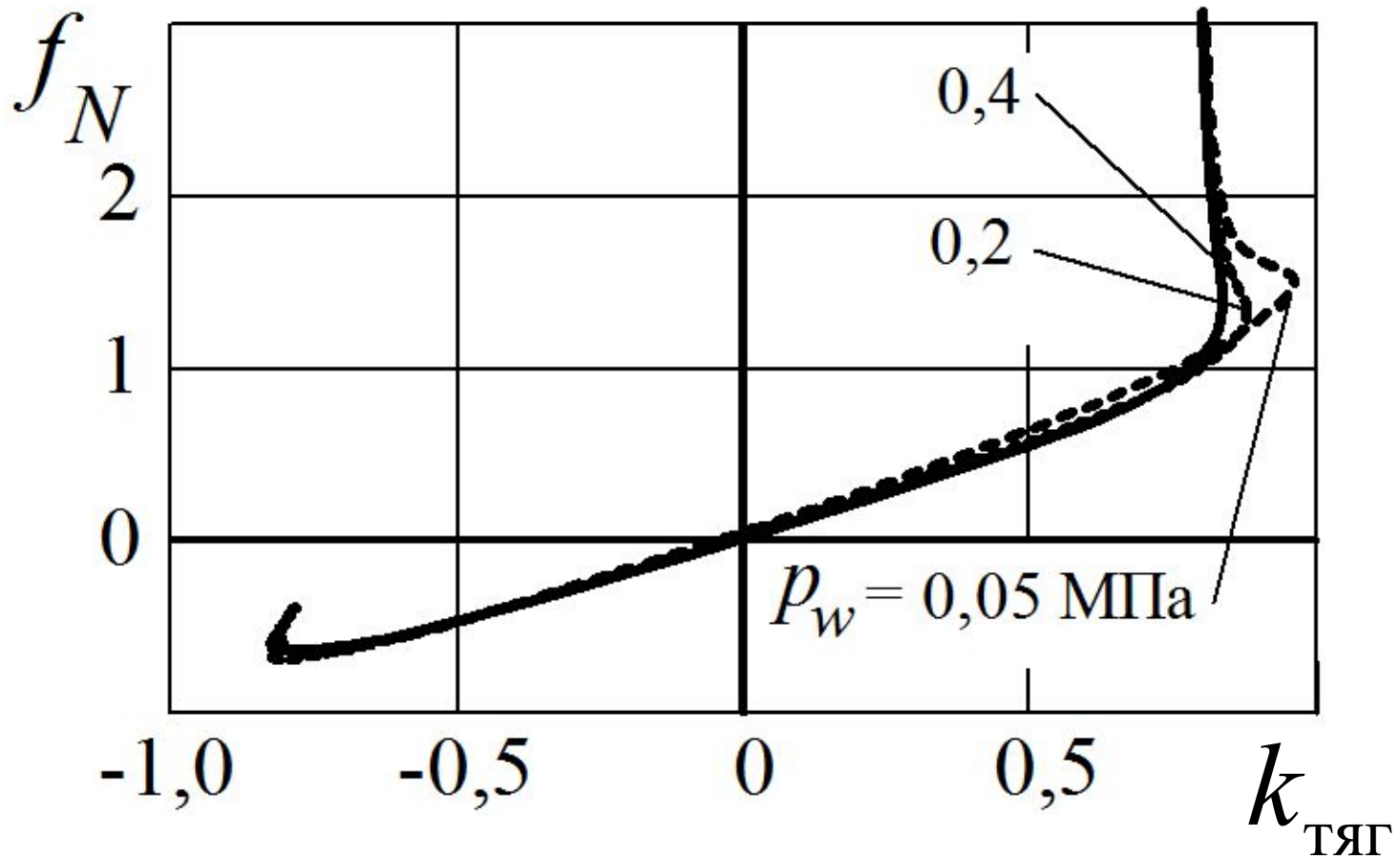
$$f_{N_f} = \frac{N_K - N_{\text{ТЯГ}}}{P_Z \cdot v_{KX}} = \frac{N_{fu} + N_{ax} + N_J + N_S}{P_Z \cdot v_{KX}}$$

Безразмерные показатели колеса



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

Безразмерные показатели колеса



Безразмерные показатели колеса

