

Transport szynowy - obliczenia trakcyjne

www.kmg.agh.edu.pl



Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH

Transport szynowy Obliczenia trakcyjne

Dr inż. Piotr Kulinowski

pk@imir.agh.edu.pl

tel. (12617) 30 74

B-2 parter p.6

konsultacje: poniedziałek 11.00 - 12.00

© dr inż. Piotr Kulinowski, pk@imir.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH

tel/fax +48 126335162

Literatura

www.kmg.agh.edu.pl

- Antoniak J.: Urządzenia i systemy transportu podziemnego w kopalniach. Wyd. "Śląsk". Katowice 1990.
- Maszyny i urządzenia transportowe kopalń odkrywkowych. Wyd. PWN. Warszawa 1968.

© dr inż. Piotr Kulinowski, pk@imir.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH

tel/fax +48 126335162

Opory ruchu pociągu

www.kmg.agh.edu.pl

Opory ruchu pociągu, to zespół sił zewnętrznych przyłożonych do niego na kierunku ruchu, lecz ze zwrotem przeciwnym do zwrotu prędkości ruchu.

Wyróżnia się:

- opór całkowity, W [N],
- opór jednostkowy: $w = W/G$, gdzie G – ciężar pojazdu.

Składowymi oporu ruchu są:

- **opory biegu**, których źródłem są opory tarcia w strefie kontaktu kół z szynami, opory tarcia w mechanizmach przenoszenia napędu, opory powietrza,
- **opory nachylenia**, równe składowej siły ciężkości pojazdu,
- **opory łuku** wynikające ze zwiększonych oporów tarcia obrzeży kół o szyny,
- **opory bezwładności (dynamiczne)**

© dr inż. Piotr Kulinowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48 126335162

Opory biegu

www.kmg.agh.edu.pl

Oporem biegu nazywa się opór przeciw biegowi pociągu, poruszającego się po torze prostym, poziomym i ze stałą prędkością.

Źródłem oporów biegu są opory tarcia w strefie kontaktu kół z szynami, opory tarcia w mechanizmach przenoszenia napędu, opory powietrza.

Opory te są wyznaczane doświadczalnie i przedstawiane zależnościami:

$$w_0 = a + bv + cv^2$$

a , b , c – stałe zależne od konstrukcji taboru

np. dla lokomotyw elektrycznych

$$w_0 = 1.4 + 0.0012v^2$$

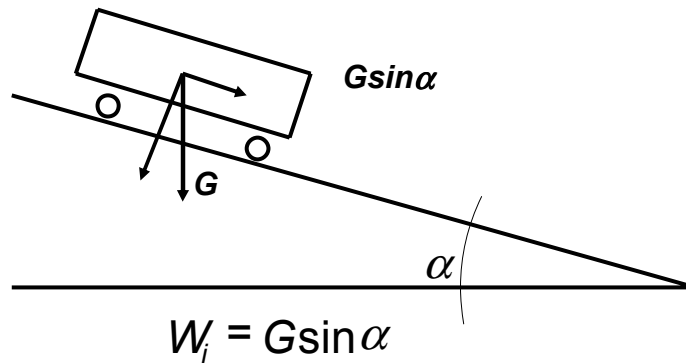
© dr inż. Piotr Kulinowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48 126335162

Opory nachylenia

www.kmg.agh.edu.pl



$$W_i = G \sin \alpha$$

$$w_i = \frac{W_i}{G} = \sin \alpha \cong \operatorname{tg} \alpha = i \quad \frac{i \text{ [‰]}}{1000}$$

© dr inż. Piotr Kulinowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48 126335162

Opory łuku

www.kmg.agh.edu.pl

Opory łuku wynikają ze zwiększonych oporów tarcia obrzeży kół o szyny. Są wyznaczane doświadczalnie i ujmowane zależnością:

$$w_t = \frac{0.035 k_p}{\sqrt{R_t}}$$

gdzie: k_p – współczynnik uwzględniający przechyłkę toru ;
 $k_p = 1.0$ dla toru z przechyłką, $k_p = 1.5$ dla toru bez przechyłki.

© dr inż. Piotr Kulinowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48 126335162

Opory bezwładności (dynamiczne)

www.kmg.agh.edu.pl

$$W_b = m_z a = \frac{G}{g} k a$$
$$w_b = \frac{W_b}{G} = \frac{k}{g} a = \delta a$$

gdzie: k – współczynnik uwzględniający bezwładność mas będących w ruchu obrotowym,

$k = 1.03 \div 1.1$ dla wagonów

$k = 1.2$ dla lokomotyw,

a - przyspieszenie ruchu ($a = a_r = 0.025 \div 0.05 \text{ m/s}^2$)

© dr inż. Piotr Kulinowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48 126335162

Całkowity opór ruchu pociągu

www.kmg.agh.edu.pl

$$W = (G_l + nG_w)(w_0 \pm w_i + w_f \pm w_b) \text{ [N]}$$

gdzie:

G_l - ciężar lokomotywy,

nG_w - ciężar składu złożonego z n wagonów, każdy o ciężarze G_w .

© dr inż. Piotr Kulinowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48 126335162

Siła pociągowa lokomotywy

www.kmg.agh.edu.pl

Siła pociągowa lokomotywy jt. siła zewnętrzna wytworzona przez silniki lokomotywy z udziałem szyn i przyłożona na obwodzie kół napędowych.

$$F_k \leq \psi G_l$$

ψ - współczynnik przyczepności, zależny od stanu szyn, prędkości jazdy (0,05 - 0,33)

Ciężar składu doczeplonego dla przypadku rozruchu:

$$\psi G_l \geq (G_l + nG_w)(w_0 + w_i + w_l + w_b)$$

$$nG_w \leq \frac{\psi G_l}{w_0 + w_i + w_l + w_b} - G_l$$

© dr inż. Piotr Kulinowski, pk@imr.agh.edu.pl

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48 126 351 162