

Przenośnik taśmowy – obliczenia

www.kmg.agh.edu.pl



Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH

Przenośnik taśmowy Obliczenia

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 +48126335162

Literatura

www.kmg.agh.edu.pl

Literatura podstawowa

1. MURZYŃSKI Z.: Wytyczne doboru taśm, Bełchatowskie Zakłady Przemysłu Gumowego Stomil Bełchatów S.A.
2. Żur T., Hardygóra M.: „Przenośniki taśmowe w górnictwie”. Wydawnictwo „Śląsk” sp. z o. o., Katowice 1996 r.
3. Norma Gurtförderer für Schüttgüter - DIN 22 101.

Literatura uzupełniająca

1. Alles R. Fördergurte Berechnungen „Transportband-Dienst”. ContiTechnik, Edition Hannover 1985 r.
2. Antoniak J.: „Urządzenia i systemy transportu podziemnego w kopalniach”. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1990 r.
3. Antoniak J.: „Przenośniki taśmowe. Wprowadzenie do teorii i obliczenia”. Wydawnictwo Politechniki Gliwickiej, Gliwice 2004 r.
4. Antoniak J.: „Systemy transportu przenośnikami taśmowymi w górnictwie”. Wydawnictwo Politechniki Gliwickiej, Gliwice 2005 r.
5. Breidenbach H.: Foerdergurt - Technik, Projektierung und Berechnung, BTR DUNLOP BELTING GROUP
6. Gładysiewicz L.: Przenośniki taśmowe. Teoria i obliczenia. Wrocław 2003.

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

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH

tel/fax +48126335162

Wykaz ważniejszych symboli i oznaczeń

www.kmg.agh.edu.pl

- B** – szerokość taśmy, [mm]
- C** – współczynnik uwzględniający skupione opory ruchu przenośnika przy nominalnym obciążeniu,
- f** – współczynnik oporów ruchu przenośnika przy nominalnym obciążeniu,
- H** – wysokość podnoszenia lub opuszczania materiału transportowanego, [m] (różnica poziomów między bębniem czołowym i zwrotnym)
- K** – jednostkowa siła rozciągająca taśmę, [N/mm]
- L** – długość przenośnika, [m]
- N** – moc napędu, [kW]
- P** – siła obwodowa na bębnie w ruchu ustalonym, [kN]
- Q** – wydajność masowa, [t/h]
- S** – siła rozciągająca taśmę, [kN]
- v** – prędkość taśmy, [m/s]
- W** – opory ruchu, [N]
- α** – kąt opasania, [°]
- δ** – kąt nachylenia przenośnika, [°]
- η** – sprawność,
- μ** – współczynnik tarcia,

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

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

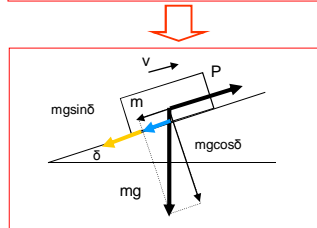
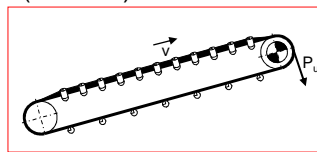
tel/fax +48126335162

Obliczanie przenośników taśmowych metodą podstawową

www.kmg.agh.edu.pl

W ruchu ustalonym ($v = \text{const}$) \rightarrow

$$P_u = W_C$$



$$P = W = \underbrace{\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \delta}_{\text{Siła tarcia}} + \underbrace{m \cdot g \cdot \sin \delta}_{\text{Siła ciężkości}}$$

W przenośniku taśmowym:

$$\mu \rightarrow f \quad m \rightarrow \sum m_i \quad P_u = W_C = f \cdot \sum m_i \cdot g \cdot \cos \delta + \sum m_i \cdot g \cdot \sin \delta \quad [\text{N}]$$

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

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48126335162

Masy elementów ruchomych przenośnika

www.kmg.agh.edu.pl

Do obliczeń oporów ruchu muszą być znane masy wszystkich elementów ruchomych na trasie przenośnika. Masę ruchomą stanowi nie tylko materiał transportowany, ale także masa taśmy i masa obracających się części krążników.

Masa urobku obciążającego 1 [m] długości taśmy przenośnika może być wyliczona z wydajności przenośnika i prędkości taśmy według poniższego wzoru:

$$m'_l = \frac{Q}{3.6 \cdot v}$$

Masę obrotowych części krążników przypadających na 1 [m] długości przenośnika oblicza się wzorem:

$$m'_k = \frac{m'_{zkg}}{l_{kg}} + \frac{m'_{zkd}}{l_{kd}} \quad [\text{kg/m}]$$

Masę taśmy przypadającą na 1 [m] długości przenośnika oblicza się wzorem:

$$m_t = \frac{B}{1000} \cdot m_{ij} \quad [\text{kg/m}]$$

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

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48126335162

Opory ruchu

www.kmg.agh.edu.pl

Źródła oporów ruchu przenośnika.

1. Opory ruchu krążników. W_G - główne
2. Opory przeginania taśmy.
3. Opory związane z falowaniem urobku. W_S - skupione
4. Opory w miejscu załadunku związane z rozpędzaniem ładunku.
5. Opory w miejscu załadunku związane z tarciem. W_H - podnoszenia
6. Opory urządzeń czyszczących.
7. Opory przeginania taśmy na bębnach.
8. Opory związane z podnoszeniem urobku.



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

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48126335162

Współczynniki oporów ruchu - f

www.kmg.agh.edu.pl

Fikcyjny współczynnik tarcia f określany jako współczynnik oporu ruchu obejmuje łącznie opory ruchu górnej i dolnej gałęzi przenośnika. Wartości współczynnika f podane w tabeli dotyczą obciążenia przenośnika ładunkiem w zakresie $70 \div 110\%$ ustalonego obciążenia nominalnego i strzałki ugięcia taśmy nie przekraczającej 1% . Wzrost naciągu taśmy i zmniejszenie strzałki ugięcia, podobnie jak i zwiększenie średnicy krążników, powoduje zmniejszenie wartości f . Dobrane z tabeli wartości współczynnika f_+ (taśma napędzana silnikiem) i f_- (taśma hamowana generatorowo) należy pomnożyć przez współczynnik $c_T \rightarrow 1$ zwiększając go przy spadku temperatury otoczenia.

Przenośniki wznoszące, poziome lub nieznacznie opuszczające						
Warunki eksploatacji przenośnika	f w zależności od prędkości taśmy					
	v [m/s]					
	1	2	3	4	5	6
Wykonanie normalne, ładunek z przeciętnym tarcieniem wewnętrznym	0,016	0,0165	0,017	0,018	0,02	0,022
Dobre ułożenie przenośnika, krążniki lekko obracające się, ładunek z małym tarcieniem wewnętrznym	0,0135	0,014	0,015	0,016	0,017	0,019
Niekorzystne warunki ruchowe, ładunek z dużym tarcieniem wewnętrznym	0,023 ÷ 0,027					
Przenośniki oddziałowe w górnictwie podziemnym	0,027 ÷ 0,03					
Przenośniki transportujące silnie w dół						
Dobre ułożenie przenośnika przy normalnych warunkach ruchowych, ładunek z małym do średniego tarcieniem wewnętrznym	0,012 ÷ 0,016					

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

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

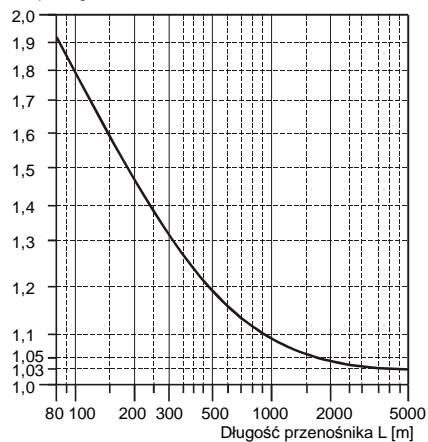
tel/fax +48126335162

Współczynniki oporów ruchu - C(L)

www.kmg.agh.edu.pl

Do obliczenia oporów skupionych potrzebna jest wartość współczynnika C . Opory skupione są wywoływane przede wszystkim siłami bezwładności i siłami tarcia występującymi w rejonie punktu załadunkowego. Wartości współczynnika C w zależności od długości przenośnika L (wg DIN 22101) zestawiono w tabeli. Za pomocą tego współczynnika można dość dokładnie obliczać przenośniki o długości powyżej 80 [m].

Wsp. długości C



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

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48126335162

Opory ruchu

www.kmg.agh.edu.pl

$$W_C = W_G + W_S + W_H + W_D$$

Opory główne wyliczane są z wzoru:

$$W_G = f \cdot L \cdot [m'_k + (2 \cdot m_t + m'_i) \cdot \cos \delta] \cdot g \quad [\text{N}]$$

Opory skupione określane są przy użyciu współczynnika **C**.

$$W_S = (C - 1) \cdot W_G \quad [\text{N}]$$

Opory podnoszenia określane są zależnością:

$$W_H = H \cdot m'_i \cdot g \quad [\text{N}]$$

Rozdzielając opory ruchu na gałąź górną i dolną musimy uwzględnić zróżnicowane wartości *f*. Opory te będą zatem określane zależnościami:

$$W_g = C \cdot f_g \cdot L \cdot [m'_{kg} + (m_t + m'_i) \cdot \cos \delta] \cdot g + H \cdot (m_t + m'_i) \cdot g \quad [\text{N}]$$

$$W_d = C \cdot f_d \cdot L \cdot [m'_{kd} + m_t \cdot \cos \delta] \cdot g - H \cdot m_t \cdot g \quad [\text{N}]$$

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

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48126335162

Obliczenie i dobór mocy napędu

www.kmg.agh.edu.pl

Niezbędną moc potrzebną do napędu przenośnika, która poprzez jeden lub jednocześnie kilka bębnow napędowych musi być przekazana taśmie, wyznaczają całkowite opory ruchu **W_C**.

$$N = \frac{W_C}{1000} \cdot v \quad [\text{kW}]$$

$$N_C = \frac{N}{\eta^+} \quad \text{lub} \quad N_C = N \cdot \eta^- \quad [\text{kW}]$$

Rodzaj napędu	napęd jednobębnowy η^+	napęd wielobębnowy η^+	napęd hamujący η^-
Elektrobęben	0,96		
Elektromechaniczny	0,94	0,92	
Elektromechaniczny + sprzęgło hydrokinetyczne	0,9	0,85	0,95 ÷ 1,0
Hydrauliczny	0,86	0,80	

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

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48126335162

Obliczenia sił w taśmie

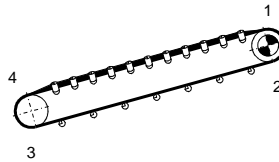
www.kmg.agh.edu.pl

$$S_2 = \frac{W_c \cdot k_p}{e^{\mu \alpha} - 1}$$

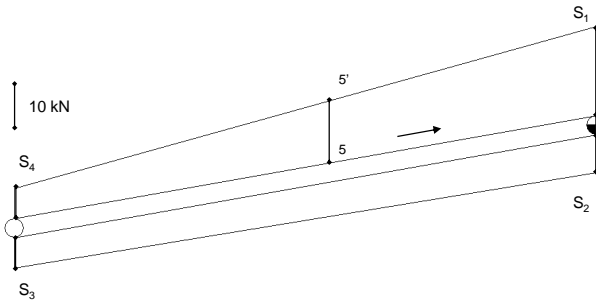
$$S_3 = S_2 + W_d$$

$$S_4 = S_3$$

$$S_1 = S_4 + W_g$$



korekta ze względu na zwis taśmy i wyznaczenie $S_{\max} = \text{MAX}(S_1; S_2; S_3; S_4)$ [N]



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

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48126335162

Dobór wytrzymałości taśmy

www.kmg.agh.edu.pl

W najszerszym zakresie dobór taśmy przedstawia norma DIN 22101. Metoda doboru wytrzymałości taśmy według tej normy uwzględnia następujące czynniki:

- spadek wytrzymałości statycznej w złączu taśmy r_p ,
- maksymalna siła w taśmie w ruchu ustalonym S_{\max} ,
- współczynnik bezpieczeństwa w ruchu ustalonym λ_u .

Dobierana wytrzymałość taśmy musi spełnić następujące zależności:

$$K_N > \frac{\lambda_u}{1 - r_p} \cdot \frac{S_{\max}}{B} \quad [\text{kN/m}]$$

Materiał przekładek rdzenia	Rodzaj połączenia	Straty wytrzymałości r_p
B – bawełna	połączenia zakładkowe w taśmach wieloprzekładowych *	1/2 **
P – poliamid	połączenie bez straty przekładki	0
E – poliester	taśma jednoprzekładowa	0,3
	rozbiernalność mechaniczna	> 0,4
St – stal	2	0
	3	0,5(n - 2)

Materiały przekładek	Warunki pracy	Ruch ustalony
		λ_u
Bawełna, Poliamid, Poliester, Stal	dobrze	6,7
	średnio	8,0
	złe	9,5

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

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych AGH

tel/fax +48126335162