

TRANSPORT KOPALNIANY	NORMA BRANŻOWA	BN-80
	Przenośniki taśmowe powierzchniowe Obliczenia	0452-04
		Zamiast BN-73/0452-04
		Grupa katalogowa 0402

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania normy
- 1.3. Symbole

2. OBLICZENIA PODSTAWOWYCH PARAMETRÓWPRZENOŚNIKA

- 2.1. Szerokość taśmy
- 2.2. Strumień masy i objętości
 - 2.2.1. Teoretyczny strumień masy
 - 2.2.2. Teoretyczny strumień objętości
 - 2.2.3. Wskaźnik wykorzystania taśmy
- 2.3. Masa liniowa
 - 2.3.1. Masa liniowa transportowanego materiału
 - 2.3.2. Masa liniowa taśmy
 - 2.3.3. Masa liniowa części obrotowych
- 2.4. Opory ruchu
 - 2.4.1. Współczynnik podstawowych oporów ruchu
 - 2.4.2. Opory ruchu jednostkowe

3. OBLICZENIA PARAMETRÓW PRZENOŚNIKA W RUCHUUSTALONYM

- 3.1. Siły w taśmie
 - 3.1.1. Siły w dowolnym punkcie na długości taśmy
 - 3.1.2. Siła w rozpatrywanym punkcie
 - 3.1.3. Siła przyłożona do taśmy nabiegającej na bęben napędowy
- 3.2. Siły obwodowe na bębnie napędowym
- 3.3. Średni jednostkowy nacisk taśmy na bęben
- 3.4. Warunek zachowania sprzężenia ciernego
- 3.5. Moc napędu
 - 3.5.1. Moc silnika napędowego
 - 3.5.2. Znamionowa moc zainstalowanych silników
- 3.6. Moment obrotowy na wale silnika

4. OBLICZENIA PARAMETRÓW PRZENOŚNIKA WRUCHU NIEUSTALONYM

- 4.1. Bezwładność mas ruchomych przenośnika

- 4.1.1. Masa zastępcza
- 4.1.2. Zastępczy moment bezwładności
- 4.1.3. Moment bezwładności napędu
- 4.2. Rozruch przenośnika
 - 4.2.1. Przyśpieszenia ruchomych mas przenośnika
 - 4.2.2. Maksymalny moment rozruchowy napędu
 - 4.2.3. Moment rozruchowy silników
 - 4.2.4. Czas rozruchu silników
 - 4.2.5. Maksymalna siła obwodowa na bębnie napędowym
 - 4.2.6. Maksymalna siła w taśmie w punkcie nabiegania na bęben napędowy
- 4.3. Zatrzymanie przenośnika
 - 4.3.1. Czas swobodnego zatrzymania przenośnika
 - 4.3.2. Czas hamowania
 - 4.3.3. Wymagany minimalny moment hamulców
 - 4.3.4. Warunek samohamowności przenośnika

5. DOBÓR TAŚMY, KRĄŻNIKÓW I BĘBNÓW

- 5.1. Taśma gumowa
 - 5.1.1. Napięcie jednostkowe taśmy
 - 5.1.1.1. Maksymalne napięcie jednostkowe taśmy
 - 5.1.2. Zwis taśmy
 - 5.1.3. Siła napinająca taśmę
 - 5.1.4. Promienie przejściowe
 - 5.1.4.1. Promień wklęsły
 - 5.1.4.2. Promień wypukły
 - 5.1.4.3. Zalecane wymiary promieni przejściowych
- 5.2. Średnica i rozstaw krążników
 - 5.2.1. Średnica krążnika
 - 5.2.1.1. Największy rozstaw zestawów krążnikowych górnych
 - 5.2.1.2. Rozstaw krążników dolnych
- 5.3. Średnice bębnow
 - 5.3.1. Średnica bębna napędowego
 - 5.3.2. Średnice bębnow kierujących

Zgłoszona przez Główne Biuro Studiów i Projektów Przeróbki Węgla SEPARATOR
 Ustanowiona przez Ministra Górnictwa dnia 1 lipca 1980 r.
 jako norma obowiązująca od dnia 1 kwietnia 1981 r.
 (Dz. Norm. i Miar nr 19/1980 poz. 68)

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są obliczenia przenośników taśmowych powierzchniowych, o dowolnych długościach i szerokościach taśm od 0,4 do 2 m.

Norma obejmuje obliczenia:

- szerokości taśmy
- strumieni mas i objętości,
- mas liniowych transportowanego materiału, taśmy i części obrotowych,
- wielkości oporów ruchu i sił w taśmie,
- wielkości mocy napędu,
- wartości parametrów ruchu ustalonego i nieustalonego oraz
- dobór taśmy, krążników i bębnow.

1.2. Zakres stosowania normy. Normę należy stosować przy opracowywaniu dokumentacji technicznej przenośników taśmowych powierzchniowych przeznaczonych do transportu kopalin, surowców mineralnych i innych mas sypkich.

1.3. Symbole - wg tabl. 1.

Tablica 1

Symbol	Jednostka miary	Nazwa wielkości
a	m/s^2	przyśpieszenie liniowe taśmy
B	m	szerokość taśmy
B_i		czynna szerokość taśmy
b	mm	wymiar największych ziarn w transportowanym materiale
D_i	m	średnica bębna napędowego
D_k		średnica bębna kierującego
d_k		średnica krążnika
d_{kd}		średnica krążnika dolnego
d_{kg}		średnica krążnika górnego
e		-
$F...$	N	jednostkowe opory ruchu
f	-	współczynnik podstawowych oporów ruchu
g	m/s^2	przyśpieszenie ziemskie
H	m	wysokość podnoszenia
h_d		dopuszczalny zwis w taśmie dolnej
h_g		dopuszczalny zwis w taśmie górnej
h_{i-k}		różnica poziomów odcinka przenośnika między punktami $i - k$

cd. tabl. 1

Symbol	Jednostka miary	Nazwa wielkości
J	$kg \cdot m^2$	moment bezwładności
J_1		moment bezwładności ruchomych mas bębna napędowego
J_{kd}		moment bezwładności ruchomych mas krążnika dolnego lub całego zestawu
J_{kg}		moment bezwładności ruchomych mas krążnika górnego lub całego zestawu
J_n		moment bezwładności ruchomych mas napędu
J_p		moment bezwładności ruchomych mas przekładni
J_s		moment bezwładności sprzęgła
J_w		moment bezwładności wirnika
J_z		zastępczy moment bezwładności ruchomych mas przenośnika
i_p		-
k_n	współczynnik zapasu mocy	
k_β	współczynnik zależny od kąta pochylenia przenośnika	
k_c	współczynnik pewności sprzężenia ciernego	
k_r	współczynnik rozruchu	
L	m	
L_r		rzeczywista długość przenośnika
l_b		długość występowania oporów ruchu w miejscu załadunku
l_d		rozstaw zestawów krążnikowych dolnych
l_g		rozstaw zestawów krążnikowych górnych
l_{i-k}		długość odcinka przenośnika między punktami $i - k$
l_p		długość prowadnic nosiwa (ograniczeń bocznych)
M_{max}	$N \cdot m$	maksymalny moment rozruchowy silnika
M_h		moment zainstalowanych hamulców
M_r		moment rozruchu silnika
M_u		moment obrotowy na wale silnika
M_{zn}		moment znamionowy silnika
M_η		moment strat stałych przekładni
m_{bk}	kg	zastępcza masa bębnow kierujących
m_d	kg/m	zastępcza masa liniowa taśmy dolnej

cd. tabl. 1

Symbol	Jednostka miary	Nazwa wielkości
m_g	kg/m	zastępcza masa liniowa taśmy górnej
m_{od}	kg	masa części obrotowych krążników dolnych
m_{og}		masa części obrotowych krążników górnych
m_z		masa zastępcza ruchomych części przenośnika
N_{su}	kW	zapotrzebowana moc silnika w ruchu ustalonym
N_{zn}		znamionowa moc zainstalowanych silników
n_{zn}	min ⁻¹	znamionowa prędkość obrotowa silnika
P_r	N	maksymalna siła obwodowa na bębnie napędowym w czasie rozruchu
P_u		siła obwodowa na bębnie napędowym dla taśmy obciążonej w ruchu ustalonym
P_{uo}		siła obwodowa na bębnie napędowym dla taśmy nieobciążonej w ruchu ustalonym
p_1	MPa	średni jednostkowy nacisk taśmy na bęben napędowy
p_k	-	wskaźnik obciążenia
Q_o	t/h	obliczeniowy strumień masy
Q_t		teoretyczny strumień masy
Q_v	m ³ /s	strumień objętości
q_d	kg/m	masa liniowa części obrotowych krążników dolnych
q_g		masa liniowa części obrotowych krążników górnych
q_m		masa liniowa transportowanego materiału
q_t		masa liniowa taśmy
$R_1; R_2$	m	promienie przejściowe
R_{p1}		promień wklęsły odcinka paraboli
S_1	N	siła w punkcie zbiegania taśmy z bębna napędowego
$S_{d min}$		siła przeciwdziałająca zwisowi taśmy dolnej
$S_{g min}$		siła przeciwdziałająca zwisowi taśmy górnej
S_i		siła występująca w punkcie i długości taśmy
S_k		siła występująca w punkcie k długości taśmy

cd. tabl. 1

Symbol	Jednostka miary	Nazwa wielkości
S_n	N	siła w punkcie nabiegania taśmy na bęben napędowy dla taśmy obciążonej
S_{no}		siła w punkcie nabiegania taśmy na bęben napędowy dla taśmy nie obciążonej
S_{nap}		siła napinająca taśmę
$S_{r max}$		maksymalna siła w taśmie w ruchu nieustalonym
$S_{u max}$		maksymalna siła w taśmie w ruchu ustalonym
T_t	kN/m	maksymalne napięcie jednostkowe taśmy
T_{tr}		napięcie jednostkowe taśmy dla ruchu nieustalonego
T_{tu}		napięcie jednostkowe taśmy dla ruchu ustalonego
t_c	°C	temperatura otoczenia
t_d	h	czas pracy przenośnika w ciągu doby
t_{dop}	s	dopuszczalny czas rozruchu
t_h		czas hamowania
t_{sz}		czas swobodnego zatrzymania
v	m/s	prędkość taśmy
v_o		prędkość składowa materiału spadającego na przenośnik (styczna do taśmy)
X_r	-	współczynnik bezpieczeństwa taśmy dla ruchu nieustalonego
X_u		współczynnik bezpieczeństwa taśmy dla ruchu ustalonego
x, y	m	współrzędne odcinka koła
$x_p; y_p$		współrzędne odcinka paraboli
Z	-	liczba uruchomień przenośnika w ciągu 1 h
α	°	kąt opasania taśmy na bębnie napędowym
α_1		kąt opasania taśmy na bębnie kierującym
β		maksymalny kąt pochylenia przenośnika
β_k		kąt pochylenia krążników bocznych
β_p		kąt między pochyłymi odcinkami trasy
ϵ	rad/s ²	przyśpieszenie kątowne silnika
η	-	sprawność układu napędowego
ϑ	-	wskaźnik wykorzystania nośności taśmy

cd. tabl. 1

Symbol	Jednostka miary	Nazwa wielkości
μ	-	współczynnik tarcia między taśmą a bębniem
μ_1	-	współczynnik tarcia między nadawcą a taśmą
ρ	t/m ³	gęstość nasypowa transportowanego materiału
φ	-	kąt naturalnego usypu w ruchu
Ψ	-	wskaźnik przekroju materiału na taśmie
Ψ_1	-	wskaźnik wykorzystania taśmy
ω_s	rad/s	prędkość kątowna silnika

2. OBLICZENIA PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW PRZENOŚNIKA

2.1. Szerokość taśmy B wyznacza się w metrach

wg wzoru

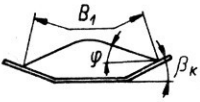
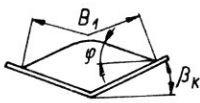
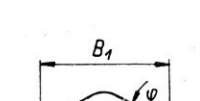
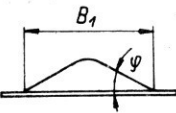
$$B \geq 1,111 \sqrt{\frac{Q_0}{3600 \Psi v \rho k_\beta}} + 0,056 \quad (1)$$

w którym:

$$k_\beta = 1 + 10^{-4} (7\beta - 5\beta^2)$$

 Ψ - wg tabl. 2.

Tablica 2

Układ taśmy	β_k				
	0°	20°	30°	35°	45°
	Ψ dla $\varphi = 15^\circ$				
	0,131	0,153	0,162	0,176	
	0,140	0,153	-	-	
	0,067	-	-	-	

Szerokość taśmy należy dobrać wg PN-74/C-94143 lub PN-70/C-94167, przy czym nie powinna ona być mniejsza od wartości podanych w tabl. 3.

Tablica 3

Wymiar największych ziarn w transportowanym materiale b mm	Udział procentowy największych ziarn w transportowanym materiale, %		
	do 20	powyżej 20÷60	powyżej 60÷100
100			0,4
125	0,4	0,4	0,5
160		0,5	0,65
200	0,5	0,65	0,8
250	0,65	0,8	1,0
300	0,8	1,0	1,2
350	1,0	1,2	1,4
400	1,2	1,4	1,6
450	1,4	1,6	1,8
500	1,6	1,8	2
550	1,8	2	-
600	2 (1,6) ¹⁾	-	-
700	(1,8)	-	-
800	(2)	-	-

1) Szerokości taśm ujęte w nawiasy są dopuszczalne dla węgla surowego.

2.2. Strumień masy i objętości

2.2.1. Teoretyczny strumień masy Q_t oblicza się w t/h

wg wzoru

$$Q_t = 3600 \Psi B_1^2 v \rho k_\beta \quad (2)$$

w którym $B_1 = 0,9B - 0,05$

2.2.2. Teoretyczny strumień objętości Q_v oblicza się

w m³/s wg wzoru

$$Q_v = \frac{Q_t}{3600 \rho} \quad (3)$$

2.2.3. Wskaźnik wykorzystania taśmy Ψ_1 oblicza się

wg wzoru

$$\Psi_1 = \frac{Q_0}{Q_t} \quad (4)$$

W przypadku nierównomiernego rozłożenia materiału na taśmie należy sprawdzić czy miejscowa nadwyżka materiału nie przekroczy teoretycznego strumienia masy. Jeśli przekroczy, należy przyjąć szerszą taśmę.

2.3. Masa liniowa

2.3.1. Masa liniowa transportowanego materiału. Masę q_m oblicza się w kg/m wg wzoru

$$q_m = \frac{Q_o}{3,6 v} \quad (5)$$

2.3.2. Masa liniowa taśmy. Masę należy określać na podstawie danych katalogowych taśmy. Orientacyjną masę taśmy q_t oblicza się w kg/m wg wzoru

$$q_t = 0,18B(T_t)^{0,67} \quad (6)$$

w którym

T_t - maksymalne napięcie jednostkowe taśmy wg: PN-74/C-94143 dla taśm tkaninowo-gumowych, PN-70/C-94167 dla taśm z linkami stalowymi.

2.3.3. Masa liniowa części obrotowych. Masę oblicza się w kg/m wg wzorów:

- dla taśmy górnej q_g

$$q_g = \frac{m_{og}}{l_g} \quad (7)$$

- dla taśmy dolnej q_d

$$q_d = \frac{m_{od}}{l_d} \quad (8)$$

w których m_{og} , m_{od} - masy części obrotowych zestawów krążnikowych górnych i dolnych określa się na podstawie danych katalogowych wytwórcy.

Przybliżone masy oblicza się w kg wg wzorów podanych w tabl. 4.

Tablica 4

Średnica krążnika d_k m	$\beta_k = 0^\circ$	$\beta_k = 20^\circ, 30^\circ, 35^\circ, 45^\circ$	m_{od} kg
	m_{og}		
0,108	10,2B+1,2	12,8B+1,1	10,2B+1,2
0,133	13,0B+1,4	12,4B+3	13,0B+1,4
0,159	16,5B+7	16,5B+18	-

2.4. Opory ruchu

2.4.1. Współczynnik podstawowych oporów ruchu f oblicza się wg wzoru

$$f = 0,025 - 0,00045 t_c \quad (9)$$

Wartość współczynnika f w zależności od temperatury t_c podano w tabl. 5.

Tablica 5

$t_c, ^\circ\text{C}$	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
f	0,034	0,032	0,030	0,027	0,025	0,023	0,021	0,018	0,016

2.4.2. Opory ruchu jednostkowe należy obliczyć w niutonach wg wzorów podanych w tabl. 6.

Tablica 6

Opory ruchu		Wzory obliczeniowe
Podstawowe		
Opór części obrotowych krążników górnych		$F_{11} = f q_g l_{i-k} \cdot g$
Opór części obrotowych krążników dolnych		$F_{12} = f q_d l_{i-k} \cdot g$
Opór przemieszczania taśmy górnej		$F_{13} = f (q_m + q_t) l_{i-k} \cdot g$
Opór przemieszczania taśmy dolnej		$F_{14} = f q_t l_{i-k} \cdot g$
Dodatkowe		
Opór w miejscu załadunku	między nadawą a taśmą	$F_{21} = \frac{Q_o}{3,6} (v - v_0)$
	między nadawą a prowadnicami na długości $l_b = (v^2 - v_0^2) / 2g\mu_1$	$F_{22} = 0,214 \frac{Q_o^2}{eB^2} \cdot \frac{v - v_0}{v + v_0} 10^{-3}$
Opory przewijania taśmy na bębnie i tarcia w łożyskach		dla taśm tkaninowo-gumowych $F_{23} = 300B \sin \alpha_1$ dla taśm z linkami stalowymi $F_{23} = 600B \sin \alpha_1$ gdy $\alpha_1 > 90^\circ$ należy przyjąć $\sin \alpha_1 = 1$
Instalacji		
Opór między nadawą a prowadnicami		$F_{31} = 1,26 \frac{Q_o^2}{v^2 B^2 e} l_p \cdot 10^{-3}$

cd. tabl. 6

Opory ruchu	Wzory obliczeniowe
Opory skrobaka	$F_{32} = 400 B$
Opory zgarniaka	$F_{33} = 100 B$
Opory skrobaków bębnowych	$F_{34} = 900 B$
Opory pługa zrzutowego dla $B = 0,8 \div 2$ m	$F_{35} = (5B - 2) \cdot 10^{-3}$
Grawitacji	
Opór grawitacji taśmy górnej	$F_{41} = (q_m + q_t) h_{i-k} \cdot g$
Opór grawitacji taśmy dolnej	$F_{42} = q_t \cdot h_{i-k} \cdot g$

3. OBLICZENIA PARAMETRÓW PRZENOŚNIKA W RUCHU USTALONYM

3.1. Siły w taśmie

3.1.1. Siły w dowolnym punkcie na długości taśmy przenośnika wyznacza się wg zasady równowagi sił, przy czym różnica między siłami w dwóch dowolnych punktach jest równoważna sumie algebraicznej sił zewnętrznych występujących na odcinku między tymi punktami.

3.1.2. Siła w rozpatrywanym punkcie k (rys. 1). Siłę S_k oblicza się w niutonach wg wzoru

$$S_k = S_i + \sum F_{ik} \quad (10)$$

w którym:

$\sum F_{ik}$ - suma oporów ruchu na odcinku $i \div k$,

$1, \dots, i, k, \dots, n$ - kolejne oznaczenia punktów na długości taśmy przenośnika.

3.1.3. Siła przyłożona do taśmy nabiegającej na bęben napędowy. Siłę S_n oblicza się w niutonach wg wzoru

$$S_n = S_1 + \sum F \quad (11)$$

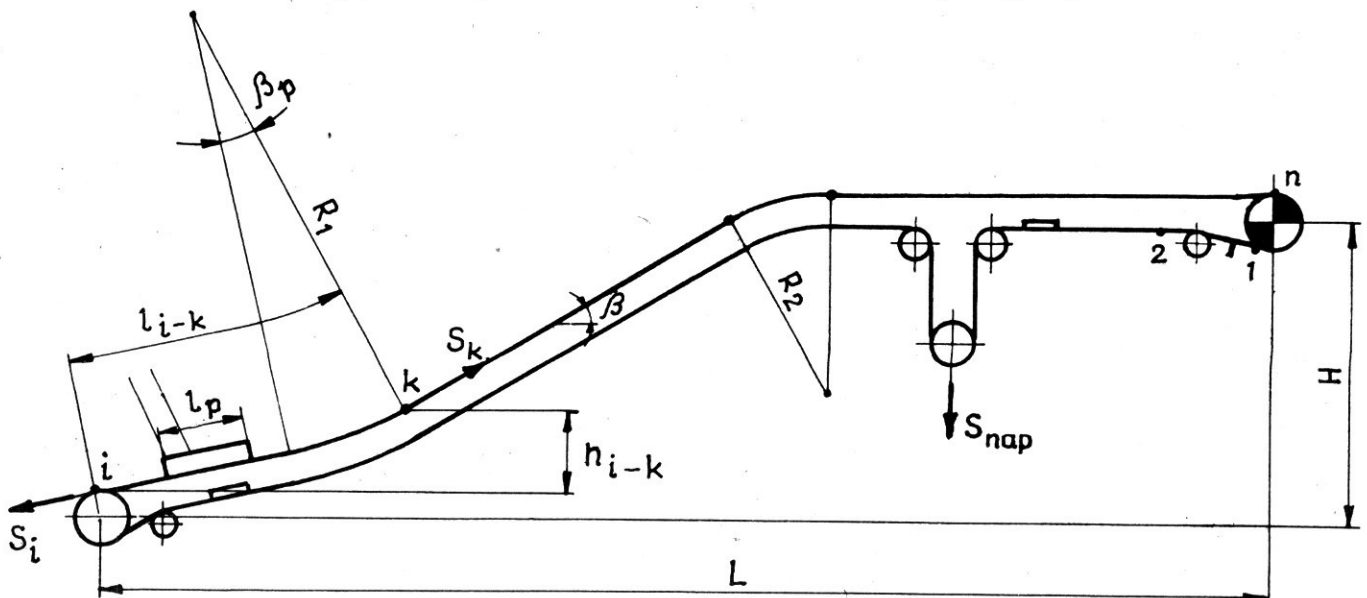
3.2. Siły obwodowe na bębnie napędowym (rys. 2) oblicza się w niutonach wg wzorów:

- dla taśmy obciążonej P_u

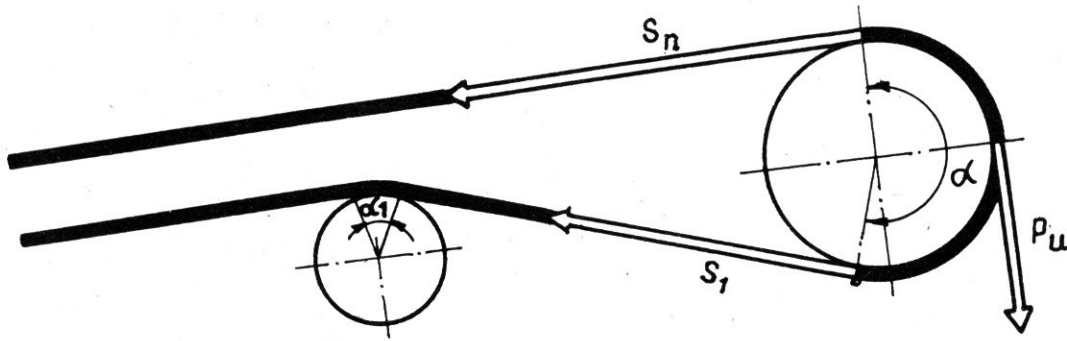
$$P_u = S_n - S_1 \quad (12)$$

- dla taśmy nieobciążonej P_{uo}

$$P_{uo} = S_{no} - S_1 \quad (13)$$



Rys. 1



Rys. 2

BN-80/0452-04-2

3.3. Średni jednostkowy nacisk taśmy na bęben p_1 oblicza się w MPa wg wzoru

$$p_1 = \frac{\vec{S}_n + \vec{S}_1}{BD_1} \cdot 10^{-6} \quad (14)$$

w którym:

$\vec{S}_n + \vec{S}_1$ - suma geometryczna sił S_n i S_1 , którą najczęściej można wyznaczyć wg wzoru

$$\vec{S}_n + \vec{S}_1 = \sqrt{S_n^2 + S_1^2 + 2S_n S_1 \cos(\alpha - 180)}$$

3.4. Warunek zachowania sprzężenia ciernego między bębniem napędowym a taśmą obciążoną określają zależności:

$$S_1 \geq P_u \frac{k_c}{e^{\mu\alpha} - 1}, \text{ gdy } P_u > 0 \quad (15)$$

$$S_n \geq -P_u \frac{k_c}{e^{\mu\alpha} - 1}, \text{ gdy } P_u < 0 \quad (16)$$

w których:

k_c - współczynnik pewności sprzężenia ciernego, $k_c = 1,4$,

μ - wg tabl. 7.

Tablica 7

Rodzaj powierzchni (okładziny) bębna napędowego	Stan powierzchni bębna	Średni jednostkowy nacisk taśmy na bęben p_1 , MPa		
		$0 < p_1 \leq 0,3$	$0,3 < p_1 \leq 0,5$	$0,5 < p_1 \leq 0,8^3$
Stalowa gładka	suchy	0,35		
	wilgotny	0,20		
	mokry	0,10		
Gumowana z rowkami	suchy	0,70	0,55	0,45
	wilgotny	0,50	0,40	0,30
	mokry	0,35	0,27	0,20
	mokry i zanieczyszczony	0,25	0,15	2)

1) Dla $p_1 > 0,5$ MPa należy stosować bębny ogumowane.

2) Ze względu na małą wartość współczynnika tarcia przyjąć bęben o większej średnicy.

3) Dla taśm gumowych z linkami stalowymi $p_1 \leq 0,65$ MPa.

3.5. Moc napędu

3.5.1. Moc silnika napędowego N_{su} oblicza się w kW wg wzorów:

$$N_{su} = k_n \frac{P_u v \eta}{1000 \eta}, \text{ gdy } P_u > 0 \quad (17)$$

$$N_{su} = k_n \frac{P_u v \eta}{1000}, \text{ gdy } P_u < 0 \quad (18)$$

w których:

$$k_n = 1,5 - 0,2 \lg \frac{|P_u| v}{1000}, \text{ gdy } \frac{|P_u| v}{1000} < 100 \text{ kW}$$

$$k_n = 1,1, \text{ gdy } \frac{|P_u| v}{1000} \geq 100 \text{ kW}$$

$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \dots \eta_n$ - sprawność układu napędowego zależna od rodzaju elementów przeniesienia napędu, których wartości przyjmuje się wg tabl. 8.

Tablica 8

Lp.	Elementy przeniesienia napędu	η_i
1	Przekładnia zębata dwustopniowa	0,94
2	Przekładnia zębata trzystopniowa	0,90
3	Pojedyncza, otwarta przekładnia zębata	0,95
4	Przekładnia łańcuchowa	0,70
5	Przekładnia pasowa	0,95
6	Sprzęgło zębate	0,99
7	Sprzęgło elastyczne	0,98
8	Sprzęgło hydrokinetyczne	0,95

3.5.2. Znamionowa moc zainstalowanych silników powinna spełniać warunki:

- dla napędu jednobębnowego

$$N_{zn} \geq N_{su} \quad (19)$$

- dla napędu wielobębnowego

$$N_{znI} + 0,9 (\sum N_{zn} - N_{znI}) \geq N_{su} \quad (20)$$

w których:

N_{znI} - moc pierwszego napędu,
 $\sum N_{zn}$ - całkowita moc zainstalowanych napędów.

3.6. Moment obrotowy na wale silnika M_u oblicza się w N · m wg wzorów:

$$M_u = P_u \frac{D_1}{2i_p \eta} + M_{\eta}, \text{ gdy } P_u > 0 \quad (21)$$

$$M_u = P_u \frac{D_1}{2i_p} \left(2 - \frac{1}{\eta}\right) + M_{\eta}, \text{ gdy } P_u < 0 \quad (22)$$

w których $M_{\eta} = 0,5(1 - \eta)M_{zn}$

4. OBLICZENIA PARAMETRÓW PRZENOŚNIKA W RUCHU NIEUSTALONYM

4.1. Bezwładność mas ruchomych przenośnika

4.1.1. Masa zastępcza. Zastępczą masę ruchomych części przenośnika m_z należy obliczać w kg wg wzoru

$$m_z = L_r(m_g + m_d) + m_{bk} \quad (23)$$

w którym:

$$m_g = q_t + q_m + \frac{4J_{kg}}{l_g d_{kg}^2}$$

$$m_d = q_t + \frac{4J_{kd}}{l_d d_{kd}^2}$$

$$m_{bk} = 4 \sum_1^i \frac{J_k}{D_k^2}$$

4.1.2. Zastępczy moment bezwładności przenośnika J_z

oblicza się w $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ wg wzoru

$$J_z = m_z \frac{D_1^2}{4i_p^2} \quad (24)$$

4.1.3. Moment bezwładności napędu J_n

oblicza się w $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ wg wzoru

$$J_n = J_w + J_{s1} + J_p + \frac{J_{s2}}{i_p^2} + \frac{J_1}{i_p^2} \quad (25)$$

lub

$$J_n \cong 1,2 (J_w + J_{s1}) + \frac{J_1}{i_p^2} \quad (26)$$

w których:

J_{s1} - moment bezwładności masy sprzęgła szybkoobrotowego,

J_{s2} - moment bezwładności masy sprzęgła wolnoobrotowego.

4.2. Rozruch przenośnika

4.2.1. Przyśpieszenia ruchomych mas przenośnika oblicza się wg wzorów:

- przyśpieszenie kątowe silników ε w rad/s^2

$$\varepsilon = \frac{M_{max} - \left[M_u - (F_{21} + F_{22}) \frac{D_1}{2i_p \eta} \right]}{J_n + J_z \frac{1}{\eta}} \quad (27)$$

- przyśpieszenie liniowe taśmy a w m/s^2

$$a = \frac{1}{2i_p} \varepsilon D_1 \quad (28)$$

4.2.2. Maksymalny moment rozruchowy napędu przyjmuje się:

- dla silników klatkowych równy sumie M_{max} zainstalowanych silników,

- dla silników pierścieniowych zależnie od charakterystyki zastosowanych rozruszników; do obliczeń wstępnych można przyjąć moment rozruchowy $M_{max} = 1,6 M_{zn}$,

- dla napędów z silnikami klatkowymi i sprzęgłami hydrokinetycznymi $M_{max} = 2 M_{zn}$.

4.2.3. Moment rozruchowy silników asynchronicznych M_r , stosowanych w napędach bez urządzeń rozruchowych, powinien spełniać warunek

$$M_r \geq 1,5 \left[M_u - (F_{21} + F_{22}) \frac{D_1}{2i_p \eta} \right] \quad (29)$$

4.2.4. Czas rozruchu silników asynchronicznych klatkowych t_{dop} , stosowanych bez urządzeń rozruchowych, powinien spełniać warunek

$$t_{dop} \geq \frac{J_n + J_z \frac{1}{\eta}}{M_{zn}} \omega_s k_r \quad (30)$$

w którym:

$$\omega_s = \frac{\pi n_{zn}}{30},$$

$$k_r = 0,66 (2,83)^{P_k},$$

$$P_k = \frac{M_u - (F_{21} + F_{22}) \frac{D_1}{2i_p \eta}}{M_{zn}},$$

t_{dop} - dopuszczalny czas rozruchu, zależny od liczby przewidywanych uruchomień przenośnika Z , wg tabl. 9.

Tablica 9

Liczba uruchomień w ciągu 1 h Z	2	3	4	5	6
Dopuszczalny czas rozruchu t_{dop} , s	10	7	5	4	3
Dla napędów bez urządzeń rozruchowych zaleca się przyjmować $t_{dop} = 7 \text{ s}$.					

4.2.5. Maksymalna siła obwodowa na bębnie napędowym. Maksymalną siłę obwodową oblicza się w niutonach wg wzorów

- dla napędów jednobębnowych P_r

$$P_r = P_u - (F_{21} + F_{22}) + m_z \cdot a \quad (31)$$

- dla napędów wielobębnowych $P_{r(j)}$

$$P_{r(j)} = \left[M_{max(j)} - M_{\eta(j)} - J_{n(j)} \varepsilon \right] \frac{2i_p \eta}{D_1} \quad (32)$$

w którym (j) - wskaźnik kolejnego bębna napędowego.

4.2.6. Maksymalna siła w taśmie w punkcie nabiegania na bęben napędowy. Maksymalną siłę w taśmie $S_{r,max}$ oblicza się w niutonach wg wzoru

$$S_{r,max} = S_1 + P_r \quad (33)$$

4.3. Zatrzymanie przenośnika

4.3.1. Czas swobodnego zatrzymania przenośnika (bez udziału hamulców) t_{sz} oblicza się w sekundach wg wzoru

$$t_{sz} = \frac{(J_n + J_z \frac{1}{\eta}) \omega_s}{M_u - (F_{21} + F_{22}) \frac{D_1}{2i_p \eta}} \quad (34)$$

4.3.2. Czas hamowania. W zależności od stosunku J_z/J_n czas hamowania t_h oblicza się w sekundach wg wzorów

$$t_h = \frac{(J_n + J_z \frac{1}{\eta}) \omega_s}{M_h + M_\eta + \left[P_u - (F_{21} + F_{22}) \right] \frac{D_1}{2i_p \eta}} \quad (35)$$

gdy

$$\frac{\left[P_u - (F_{21} + F_{22}) \right] \frac{D_1}{2i_p}}{M_h + M_\eta} > \frac{J_z}{J_n}$$

$$t_h = \frac{\left[J_n + J_z \left(2 - \frac{1}{\eta} \right) \right] \omega_s}{M_h + M_\eta + \left[P_u - (F_{21} + F_{22}) \right] \frac{D_1}{2i_p} \left(2 - \frac{1}{\eta} \right)} \quad (36)$$

gdy

$$\frac{\left[P_u - (F_{21} + F_{22}) \right] \frac{D_1}{2i_p}}{M_h + M_\eta} < \frac{J_z}{J_n}$$

w których M_h - moment zainstalowanych hamulców.

4.3.3. Wymagany minimalny moment hamulców $M_{h,min}$ oblicza się w N·m wg wzoru

$$M_{h,min} = \left[1,3 q_m g H - 0,7 (P_{uo} + q_m f g L_r) \right] \frac{D_1 \eta}{2i_p} - M_\eta \quad (37)$$

4.3.4. Warunek samohamowności przenośnika q_m sprawdza się wg wzoru

$$q_m g H \leq 0,7 (P_{uo} + q_m f g L_r) \quad (38)$$

Jeśli warunek ten jest spełniony można zastosować napęd bez hamulca.

5. DOBÓR TAŚMY, KRAŻNIKÓW I BĘBNÓW

5.1. Taśma gumowa

5.1.1. Napięcie jednostkowe taśmy oblicza się w kN/m wg wzorów:

- dla ruchu ustalonego T_{tu}

$$T_{tu} = \frac{S_{u,max} X_u}{1000 B} \quad (39)$$

- dla ruchu nieustalonego (rozruchu) T_{tr}

$$T_{tr} = \frac{S_{r,max} X_r}{1000 B} \quad (40)$$

Wartości współczynników bezpieczeństwa X_u i X_r wg tabl. 10.

Tablica 10

Taśma gumowa	Współczynnik bezpieczeństwa	
	X_u	X_r
Tkaninowo-gumowa wg PN-74/C-94143	12	7,5
Z linkami stalowymi wg PN-70/C-94167	-	6

5.1.2. Maksymalne napięcie jednostkowe taśmy w kN/m, określające tzw. wytrzymałość na rozciąganie taśmy (typ taśmy) wg PN-74/C-94143 i PN-70/C-94167, powinno spełniać warunki:

$$T_t \geq T_{tu} \text{ oraz } T_t \geq T_{tr}$$

5.1.3. Zwis taśmy. Dopuszczalny zwis taśmy między krażnikami w metrach (rys. 3) w ruchu ustalonym nie powinien przekraczać:

- dla taśmy górnej h_g

$$h_g = 0,02 l_g \quad (41)$$

- dla taśmy dolnej h_d

$$h_d = 0,02 l_d \quad (42)$$

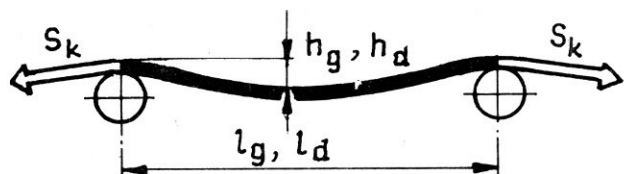
Siłę w taśmie przeciwdziałającą zwisowi oblicza się w niutonach wg wzorów:

- dla taśmy górnej $S_{g,min}$

$$S_{g,min} = 6,25 g (q_t + q_m) l_g \quad (43)$$

- dla taśmy dolnej $S_{d,min}$

$$S_{d,min} = 6,25 g q_t l_d \quad (44)$$



BN-80/0452-04-3

5.1.4. Siła napinająca taśmę. Wymaganą siłę napinającą taśmę S_{nap} , w określonym miejscu przenośnika (rys. 1), oblicza się w niutonach wg wzoru

$$S_{nap} = 1,1 (S_i + S_k) \quad (45)$$

w którym:

S_i – siła w taśmie nabiegającej na bęben napinający,

S_k – siła w taśmie zbiegającej z bębna napinającego.

5.1.5. Promienie przejściowe

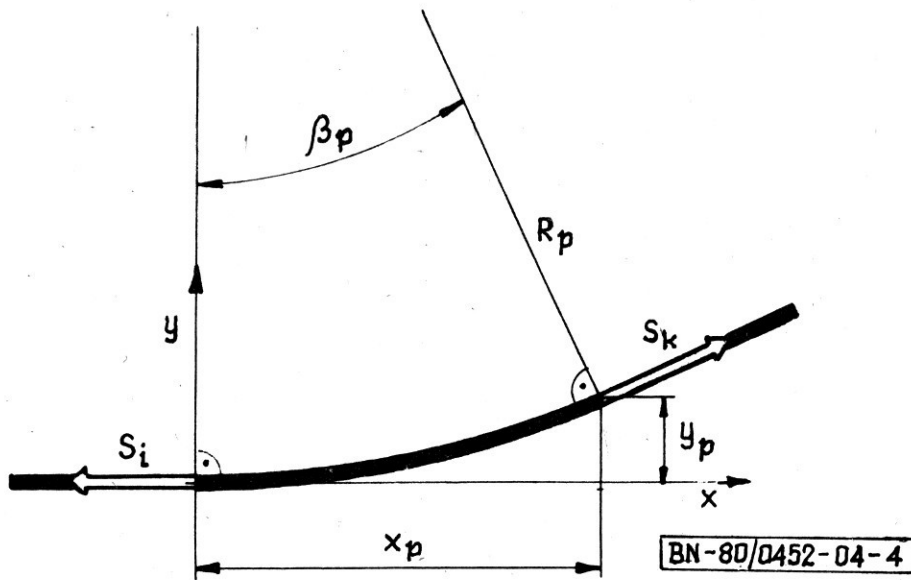
5.1.5.1. Promień wklęsły w metrach należy obliczać przy przenośnikach o zmiennym pochyleniu taśmy (rys. 4). Krzywiznę łączącą dwa prostoliniowe odcinki trasy pochylone względem siebie pod kątem β_p wyznacza się jako odcinek paraboli o parametrach określonych przez promień R_{p1} i współrzędne x_p i y_p w punkcie k wg równań

$$R_{p1} = \frac{S_k}{g q_t} \quad (46)$$

$$x_p = R_{p1} \operatorname{tg} \beta_p \quad (47)$$

$$y_p = \frac{1}{2} R_{p1} \operatorname{tg}^2 \beta_p \quad (48)$$

gdzie S_k – maksymalna siła w rozpatrywanym punkcie k wklęsłego odcinka taśmy.



Rys. 4

Łuk wklęsły kołowy przy przyjętym promieniu $R_1 > R_{p1}$ powinien spełniać warunki:

$$x = R_1 \sin \beta_p \geq x_p$$

$$y = R_1 (1 - \cos \beta_p) \leq y_p$$

5.1.5.2. Promień wypukły jest uzależniony od rodzaju i szerokości taśmy oraz kąta pochylenia krążników bocznych β_k . Wartości promieni wypukłych w metrach należy obliczać wg zależności podanych w tabl. 11.

Tablica 11

Rodzaj taśmy	β_k				
	0°	20°	30°	35°	45°
	R_2, m				
Taśma tkaninowo-gumowa	6B	12B	18B	21B	27B
Taśma z linkami stalowymi	24B	48B	72B	85B	110B

5.1.5.3. Zalecane wymiary promieni przejściowych w metrach – wg tabl. 12.

Tablica 12

R_1, R_2, m	2,5	3	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25
	30	40	50	63	80	100	125	160	200	300	400

5.2. Średnica i rozstaw krążników

5.2.1. Średnica krążnika. Wymaganą średnicę krążnika d_{kg} oblicza się w metrach wg wzoru

$$d_{kg} \geq 6,25 \cdot 10^{-3} (2,67 \ln b + 0,125 t_d + 1,25 q + v + 2\Psi_1) \quad (49)$$

Rzeczywistą średnicę krążnika dobiera się wg BN-74/0452-03 przyjmując średnicę najbliższą równą lub większą od obliczonej.

5.2.2. Rozstaw zestawów krążnikowych

5.2.2.1. Największy rozstaw zestawów krążnikowych górnych l_{gmax} należy obliczyć w metrach wg wzoru

$$l_{gmax} = 1,8 - 0,28B - 0,26q \quad (50)$$

W miejscu załadunku materiału na przenośnik rozstaw krążników powinien być nie większy od $0,5 l_{gmax}$.

5.2.2.2. Rozstaw krążników dolnych powinien zawierać się w granicach $2,5 \div 3,6 m$.

5.3. Średnice bębnow

Wskaźnik wykorzystania nośności taśmy ϑ oblicza się wg wzoru

$$\vartheta = \frac{T_{tu}}{T_t} \quad (51)$$

5.3.1. Średnica bębna napędowego uzależniona jest od typu taśmy i od wskaźnika wykorzystania nośności taśmy.

5.3.2. Średnice bębnow kierujących uzależnione są od średnicy bębna napędowego i kąta opasania taśmy na bębnach kierujących. Średnice bębnow kierujących w metrach należy dobierać wg tabl. 14.

Minimalne średnice bębnow podano w tabl. 13.

Tablica 13

Typ taśmy	Taśma tkaninowo-gumowa			Taśma z linkami stalowymi	
	Wskaźnik wykorzystania nośności taśmy ϑ				
	$1 \leq \vartheta < 0,6$	$0,6 \leq \vartheta < 0,3$	$0,3 \leq \vartheta < 0$	$1 \leq \vartheta < 0,6$	$0,6 \leq \vartheta < 0,3$
kN/m	D_1, m				
400	0,4	0,4	0,4	-	
500	0,5				
630	0,63				
800	0,8	0,63	0,5	0,8	0,63
1000		0,8	0,63		
1250	1	0,8	0,63	1,0	0,8
(1400)	1,25	1	0,8		
1600		1,25	1		
2000	1,4	1,25	1	1,25	1,00
2500	-				
3150					
4000					

Tablica 14

Średnica bębna napędowego D_1	Kąt opasania taśmy na bębnie α_1			
	$210^\circ \geq \alpha_1 \geq 115^\circ$	$115^\circ \geq \alpha_1 > 45^\circ$	$45^\circ \geq \alpha_1 > 20^\circ$	$20^\circ \geq \alpha_1 > 0^\circ$
	Średnica bębna kierującego D_k			
m				
0,4	0,4	0,4	0,273	0,273
0,5				
0,63				
0,8	0,63	0,5	0,4	0,4
1	0,8	0,63	0,5	
1,25	1	0,8	0,63	0,5
1,4	1,25	1	0,8	0,63

KONIEC

Informacje dodatkowe

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Główne Biuro Studiów i Projektów Przeróbki Węgla SEPARATOR

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-73/0452-04

- a) zmieniono metodę obliczeń; zamiast metody sumowania mocy wprowadzono metodę sumowania oporów jednostkowych,
- b) wprowadzono wzory do obliczeń parametrów ruchu nieustalonego,
- c) uaktualniono metody doboru taśm gumowych, bębnow i krążników,
- d) zmieniono niektóre określenia i symbole.

3. Normy związane

- PN-74/C-94143 Taśmy tkaninowo-gumowe do przenośników ogólnego przeznaczenia
- PN-70/C-94167 Taśmy gumowe z linkami stalowymi do przenośników
- BN-74/0452-03 Przenośniki taśmowe powierzchniowe. Zestawy krążnikowe. Podział i główne wymiary

4. Dokumenty międzynarodowe

- ISO/DIS 5048 Engins de manutention continue - Transporteurs á courroie munis de rouleaux porteura - Calcul de la puissance d'entraînement et des efforts de tension. Projet de norme internationale

5. Autor projektu normy - mgr inż. Kazimierz Gołka.