

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ**
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

PÁSOVÝ DOPRAVNÍK PRO DOPRAVU VÁPENCE

BELT CONVEYOR FOR TRANSPORT OF LIMESTONE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

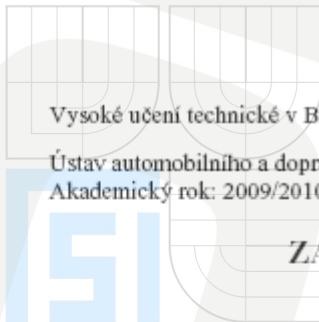
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ZDENĚK KADERKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. JIŘÍ MALÁŠEK, PH.D.

BRNO 2010



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Zdeněk Kaderka

který/která studuje v

obor: **Základy strojního inženýrství ()**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Pásový dopravník pro dopravu vápence

v anglickém jazyce:

Belt conveyor for transport of limestone

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Provést výpočet a konstrukční řešení pásového dopravníku pro zadaný materiál.

Dopravní výkon 150 000kg.h-1

Osová vzdálenost přesypů 45m

Výškový rozdíl 8m

Dopravovaný materiál: drcený vápencec

objemové hmotnosti 1600kg.m-3,

zrnitosti 0 až 35mm,

sypaný úhel 32deg

Cíle bakalářské práce:

Proveďte funkční výpočet, určení hlavních rozměrů,

navrhněte pohon dopravníku.

Nakreslete sestavný výkres dopravníku, svarek stojiny,
detailní výkres průběžné části rámu dopravníku.

Seznam odborné literatury:

1. Ondříček, E., Vrbka, J., Janíček, P.: Mechanika těles - pružnost a pevnost II VUT Brno, 1988
2. Jančík, L.: Části a mechanismy strojů, ČVUT Praha, 2004
3. Klimeš P.: Části a mechanismy strojů I, II, VUT Brno 2003
4. Janíček P., Ondříček E., Vrbka J.: Pružnost a pevnost, VUT Brno, 1992
5. Gajdůšek, J., Škopán, M.: Teorie dopravních a manipulačních zařízení, skripta VUT Brno 1988



Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jiří Maláček, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 20.11.2009

L.S.

prof. Ing. Václav Píšek, DrSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem mé závěrečné bakalářské práce bylo navrhnout šikmý pásový dopravník pro dopravu drceného vápence. Práce se zabývá funkčním výpočtem, určením hlavních rozměrů dopravníku dle platné normy ČSN ISO 4058 a návrhem pohonu. Práce obsahuje sestavný výkres dopravníku, výkres svarku stojiny a výkres průběžné části rámu dopravníku.

Klíčová slova: pásový dopravník, vápeneč

ABSTRACT

This thesis is dealing with the design of the inclined belt conveyor for transport of crushed limestone. Thesis is specialized on the functional calculation, main dimensions of the conveyor, according to the valid standard ČSN ISO 4058 and design of the drum drive. Thesis includes assembly drawing of the conveyor, subassembly drawing of the welded support and subassembly drawing of through part of conveyor frame.

Key words: belt conveyor, crushed limestone

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KADERKA, Z. *Pásový dopravník pro dopravu vápence*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 26 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.



FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ



VYSOKÉ
UCENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ



FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a dostupných zdrojů z internetu, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

V Brně, dne 28. května 2010

.....
podpis autora

OBSAH

1. ÚVOD	8
2. KONSTRUKCE PÁSOVÝCH DOPRAVNÍKŮ	8
2.1. Dopravní pás	9
2.2. Vratný buben	9
2.3. Válečkové stolice, válečky	10
2.3.1. Válečkové stolice	10
2.3.2. Válečky	11
2.4. Rám a nosná konstrukce dopravníku	11
2.4.1. Rám	11
2.4.2. Nosná konstrukce	11
2.5. Poháněcí stanice	12
2.6. Napínací zařízení	12
2.7. Stěrače pásu	13
2.7.1. Vnější stěrač	13
2.7.2. Vnitřní stěrač	13
3. FUNKČNÍ VÝPOČET	14
3.1. Sklon dopravníku	14
3.2. Volba jmenovité dopravní rychlosti	14
3.3. Teoretický průřez dopravovaných hmot	14
3.4. Volba pásu	14
3.5. Volba válečkové stolice	15
3.6. Průřez náplně pásu	16
3.7. Součinitel sklonu dopravníku	17
3.8. Objemový dopravní výkon	17
3.9. Hmotnostní dopravní výkon	17
3.10. Výpočet odporů	18
3.10.1. Výpočet hlavních odporů	18
3.10.2. Výpočet vedlejších odporů	18
3.10.3. Celkové vedlejší odpory	19
3.10.4. Přídavné hlavní odpory	19
3.10.5. Výpočet přídavných vedlejších odporů	19
3.10.6. Celkové přídavné vedlejší odpory	19
3.10.7. Výpočet odporu k překonání dopravní výšky	19
3.10.8. Potřebná obvodová síla na poháněcím bubnu	19
3.11. Volba pohonu	20
3.11.1. Potřebný provozní výkon pohonu pás. dopravníku	20
3.11.2. Volba elektromotoru	20
3.12. Síly v pásu	21
3.12.1. Přenos obvodové síly na poháněcím bubnu	21
3.12.2. Průvès pásu	21
3.12.3. Největší tahová síla v pásu	22
3.12.4. Dovolená síla v pásu	22
3.12.5. Kontrola pevnosti pásu	22
4. ZÁVĚR	22
5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	23
6. SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	25
7. SEZNAM PŘÍLOH	26

1. ÚVOD

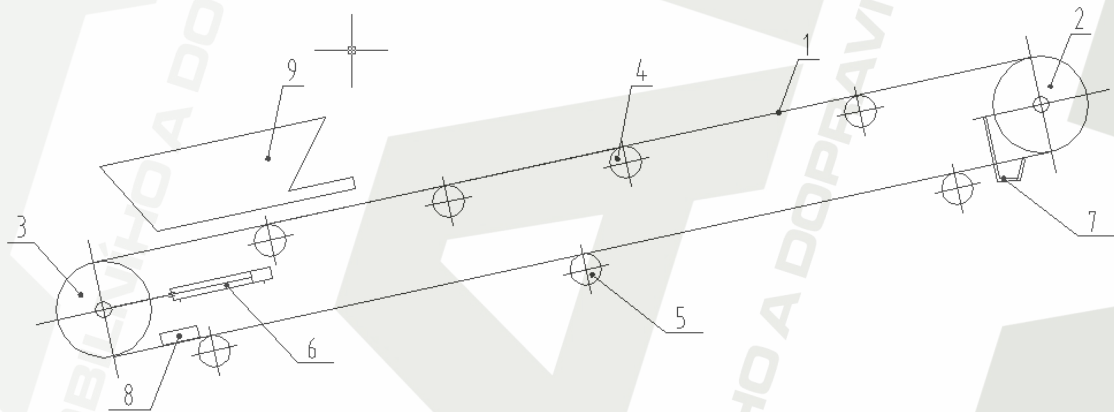
Pásové dopravníky jsou nejrozšířenější zařízení pro přepravu kusového nebo sypkého materiálu po rovné nebo nakloněné přepravní dráze. Mezi hlavní přednosti pásových dopravníků patří: malá vlastní hmotnost, velká dopravní rychlost, jednoduchá konstrukce. Provoz pásových dopravníků je ekonomicky hospodárný, nezatěžuje hlukem a emisemi životní prostředí a vyžaduje minimální údržbu.

2. KONSTRUKCE PÁSOVÝCH DOPRavnÍKŮ

Základem je uzavřený gumový pás, který je napnutý mezi poháněcím a vratným neboli napínacím bubnem. Pás podpírají nosné válečky uložené ve válečkových stolicích.

Materiál je na pás přiváděn násypkou, která může být pevně spojena k nosné konstrukci dopravníku nebo může být součástí jiného zařízení.

Napínání pásu může být řešeno různými způsoby. Nejčastějším řešením je napínání pásu pomocí šroubu. Další možnosti jsou pomocí pneumatického, hydraulického, elektrického zařízení, které udržuje stálé napětí v pásu automaticky.



obr. 1 Schéma pásového dopravníku

- 1 – Dopravní pás
- 2 – Hnací buben
- 3 – Vratný buben
- 4 – Nosné válečky
- 5 – Vratné válečky
- 6 – Napínací zařízení
- 7 – Vnější stěrač pásu
- 8 – Vnitřní stěrač pásu
- 9 – Násypka

2.1. Dopravní pás:

Dopr. pásy můžeme rozdělit podle konstrukce na:

- gumové
- plastové
- textilní
- kombinované

V některých průmyslových odvětvích, jako je potravinářství nebo slévárenství se používají metalické přepravní pásy (síťové, článkové).

Pro své zadání volím kombinovaný pryžový pás. Pás je složen z tažného nosiče tzv. kostry (tkanina) a ochrannou vrchní a spodní vrstvou z měkké gumy. Vrchní krycí vrstva chrání tkaninu kostry před abrazivními účinky dopravovaného materiálu, mechanickým poškozením a atmosférickými vlivy.

Konstrukce pryžo-textilního pásu je na obr. 2.

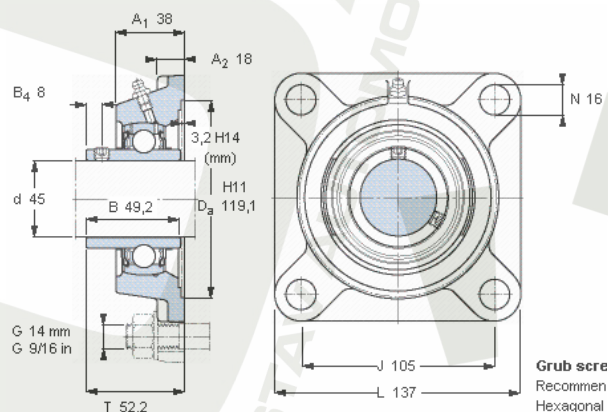


obr. 2, zdroj [7]

Dále viz. kapitola 3.4. Volba pásu.

2.2. Vratný buben:

- volím svařovaný buben uložený v ložiskových jednotkách firmy SKF Ložiska, a.s. obr. 3



obr. 3, zdroj [8]

2.3. Válečkové stolice, válečky:

2.3.1. Válečkové stolice:

Nosné stolice podpírají naloženou část pásu a přepravují náklad. Vratné stolice se nachází ve spodní části dopravníku a podpírají pás při jeho návratu z vykládky. Konstrukce vratných soustav je prakticky stejná jako u nosných souprav. Jednotlivé válečky jsou uloženy v držácích z ohnuté ploché oceli. Stolice jsou odnímatelně připojeny k rámu dopravníku.

Rozdělují se podle uspořádání na:

- a) jednoválečkové
- b) dvouválečkové
- c) tříválečkové
- d) girlandové

Jednoválečkové stolice se používají převážně ve vratné větvi a v nosné větvi pro menší dopravní výkony. Obr. 4,5.



obr. 4, zdroj [9]



obr. 5, zdroj [9]

Dvouválečkové, tříválečkové a girlandové stolice tvoří korýtkový profil dopravního pásu a tím je zvýšen dopravní výkon. Příklady konstrukčního uspořádání jsou na obr. 6-9.



obr. 6 dvouvál. stolice, zdroj [9]



obr.7 dvouv.stolice(letmé uložení), zdroj [9]



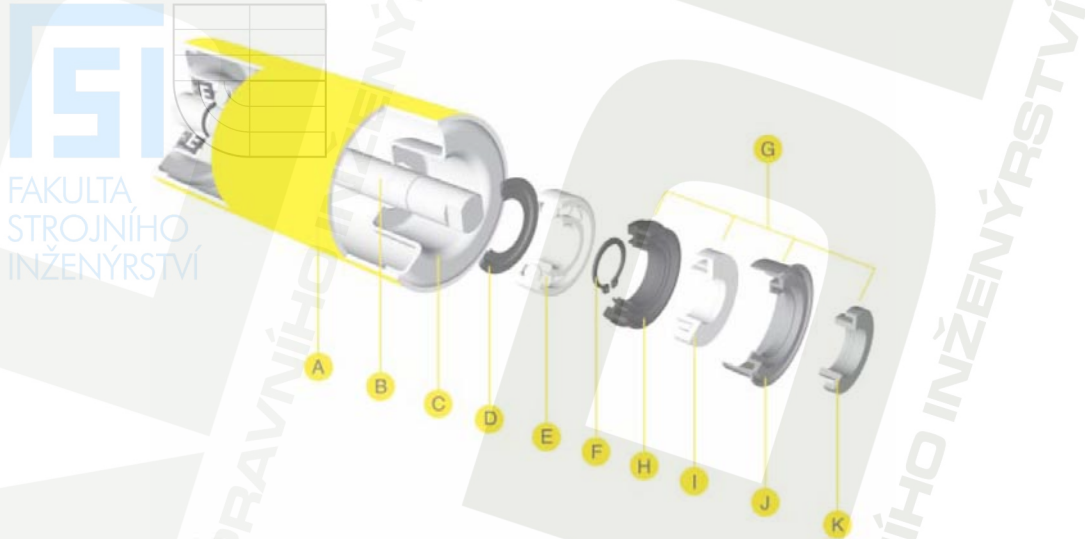
obr. 8 tříválečková stolice, zdroj [9]



obr. 9 girlandová stolice, zdroj [9]

2.3.2. Válečky:

Jedna z nejdůležitějších částí pás. dopravníku. Musí mít nízký odpor proti otáčení, jednoduchou konstrukci a malou vlastní hmotnost. Uložení válečků bývá většinou ve valivých ložiskách, která musí být kvalitně utěsněna gumovými kroužky nebo labyrintovým těsněním proti vnikání nečistot.



obr. 10, zdroj [10]

Konstrukční provedení plochého válečku od firmy Tranza, a.s. Břeclav

- A- plášť
- B- hřídel válečku
- C- uložení ložiska
- D- zadní těsnění
- E- kuličkové ložisko
- F- pojistný kroužek
- G- labyrintový těsnící systém

Dále viz kapitola: 3.5. Volba válečkové stolice

2.4. Rám a nosná konstrukce dopravníku:

2.4.1. Rám:

Podle použití dopravníku se používají dva typy rámu:

- a) plnosníkové
- b) příhradové

Vzhledem k tuhosti rámu a případ šikmého dopravníku jsem zvolil plnosníkový rám z tyče profilu U 160mm, vyztužený příčnými vzpěrami z tyčí profilu I 120mm.

2.4.1. Nosná konstrukce:

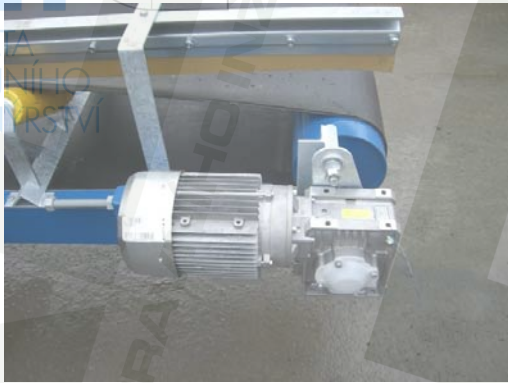
Nosnou konstrukci tvoří 12 stojin z tyčí profilu U 100mm ukotvených pomocí šroubů PPM22/P firmy Peikko Czech Republic s.r.o.(obr. 11) a 3 dvojic podélných vzpěr profilu L 50x50mm mezi stojinami a rámem dopravníku.



obr. 11, zdroj [11]

2.5. Poháněcí stanice:

- pohony pásových dopravníků mohou být provedeny standardně s elektromotorem a kuželočelní nebo šnekovou převodovou skříní na samostatné konstrukci, obr. 12
- moderní pásové dopravníky využívají pohon elektrobubnem (asynchronní motor je zabudován přímo v bubnu), obr. 13
- pro své zadání jsem zvolil pohon elektrobubnem
- dále viz kap. 3.11. Volba pohonu



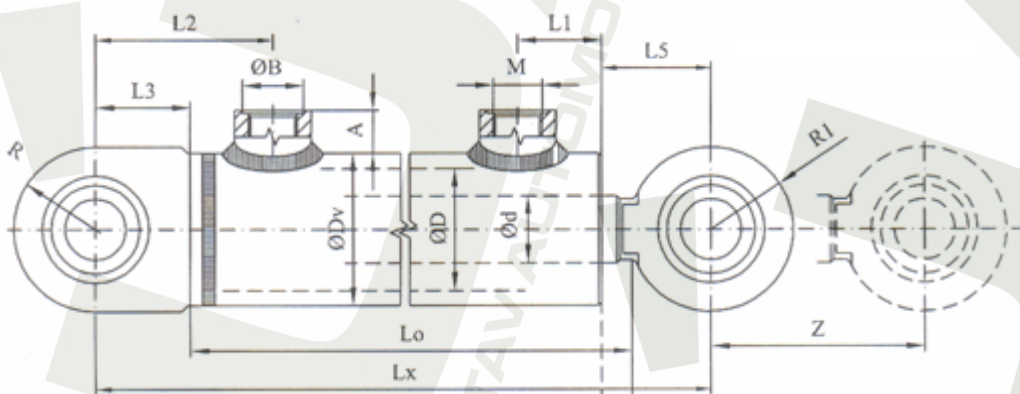
obr. 12, zdroj [12]



obr. 13, zdroj [13]

2.6. Napínací zařízení:

- dopravní pás musí být dostatečně napnut, aby došlo k přenosu poháněcí síly z elektrobubnu na pás. Tento přenos je uskutečněn třením.
- existují různá provedení napínací stanice např. pomocí šroubu
- pro své provedení jsem zvolil napínání pomocí hydraulického dvojčinného hydromotoru firmy REROSA-HYDRAULIKA, s.r.o. (obr. 14)
- zdvih 1100mm
- zařízení je vybaveno čidly pro měření tlaku a při jeho poklesu, způsobeného protažením pásu, dojde pomocí hydraulického agregátu k napnutí pásu



obr. 14, zdroj [14]

2.7. Stěrače pásu:

Zajišťují účinné odstranění nálepů dopravovaného materiálu z pásu bez rizika poškození pásu, jeho mechanických spojů, povrchu hnacích a hnaných bubnů a nosných a vratných válečků. Ve většině provedení pás. dopravníků se používá hlavní neboli vnější stěrač a vnitřní stěrač. Vnější stěrač se instaluje v bodě, kde pás opouští poháněcí buben. Vnitřní stěrač slouží k odstranění zbytků dopravovaného materiálu na vnitřní straně pásu, odpadávajícího v místě násypky a z nosné větve dopravníku. Umísťují se před vratný buben.

2.7.1 Vnější stěrač:

Pro své provedení pás. dopravníku jsem zvolil stěrač firmy M-Technik s.r.o. označení STANDARD. (obr. 15,16).



Obr. 15, zdroj [15]

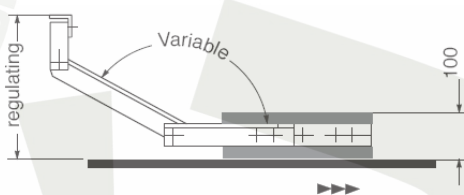


Obr. 16, zdroj [15]

- lišťový stěrač s teleskopickým nastavením, pro snadné seřízení stěrače za provozu
- přítlačnou sílu lišty na pás zajišťuje pružina
- polyuretanový stírací list
- stěrač není náročný na údržbu, je účinný a šetrný k dopravnímu pásu

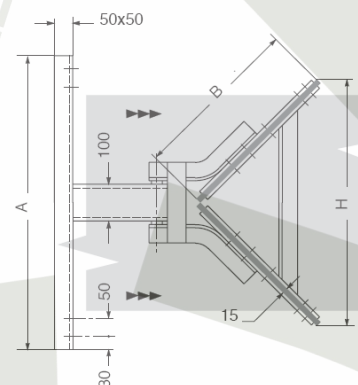
2.7.2. Vnitřní stěrač:

Výrobce Rulli Rulmecca spa. označení VLP 500.



Obr. 17, zdroj [16]

- stěrač s profilem do V
- nastavitelný úhel sklonu a výšky
- přítlačná síla je zajištěna vlastní hmotností stěrače



Obr. 18, zdroj [16]

3. FUNKČNÍ VÝPOČET dle [6]

3.1. Sklon dopravníku:

Výškový rozdíl $H = 8\text{m}$

Osová vzdálenost přesypů $L = 45\text{m}$

$$\sin \delta = \frac{H}{L} = \frac{8}{45} \Rightarrow \delta = 10,24^\circ$$

3.2. Volba jmenovité dopravní rychlosti:

Pro vápenec $v = 1,2 \div 2,2\text{ms}^{-1}$ dle [1]

volím $v = 1,25\text{ms}^{-1}$

3.3. Teoretický průřez dopravovaných hmot:

$$A_T = \frac{Q}{3600 \cdot \rho \cdot v} = \frac{150000}{3600 \cdot 1600 \cdot 1,6} = 0,0163\text{m}^2$$

3.4. Volba pásu: dle [17]

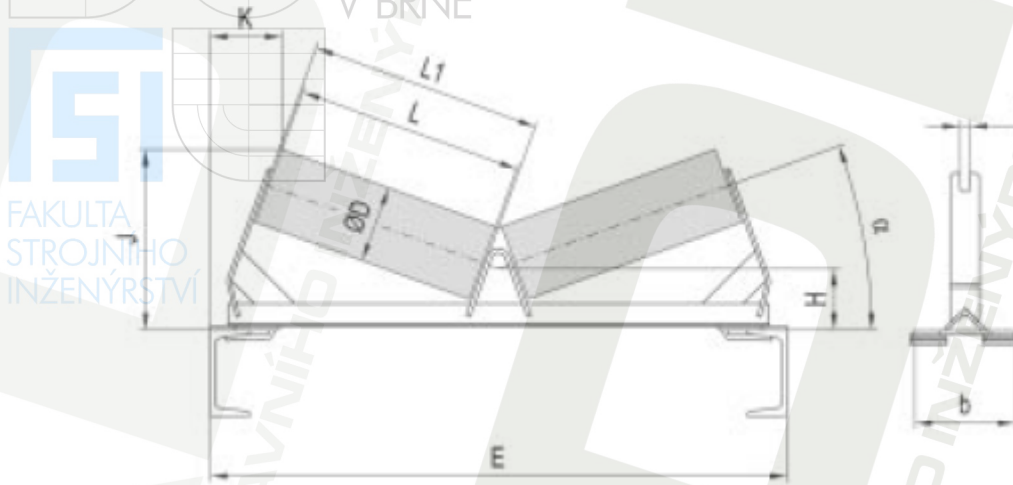
- volím pás šířky 500mm od firmy GUMEX, spol.s.r.o., Strážnice
- označení pásu EP 250/2 500/3+1,5/AA
- pryžový pás pro průmyslové použití
- velmi odolný proti opotřebení
- pro přepravu vysoce abrazivního objemného materiálu
- obrusivost max. 80mm³
- pracovní teplota -60/+60°C (materiál maximálně +70°C)
- počet vložek 2
- pevnost pásu 250N/mm
- síla horní krycí vrstvy 3mm, spodní vrstvy 1,5mm
- standardní dodávaná délka 100m
- potřebná délka cca 91300mm



obr. 19, zdroj [17]

3.5. Volba válečkové stolice: [9]

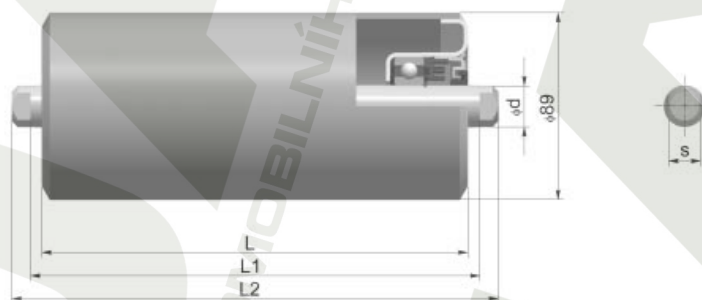
- pro nosnou větev dopravníku volím dvouválečkovou korýtkovou stolicí fy TRANZA a.s. obr. 20
- ozn. CV-S-500/20/A/PP









Belt width (mm)	α	Dimensions (mm)										Weight (kg)
		E	D	L	L1	H	J	K	b	s	l	
500	20°	800	63, 76, 89	315	323	88	242	100	140	14	10-14	5,7

obr. 20, zdroj [9]

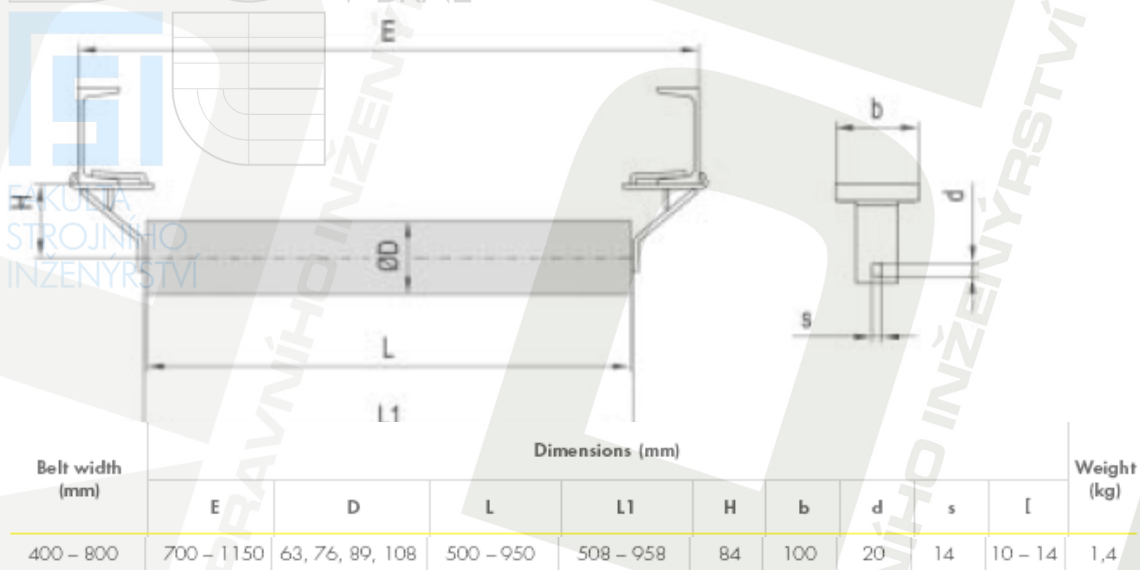
- tento typ stolice se používá pro méně náročné provozní podmínky
- rychlost pásu < 2,5m/s
- pro transport jemnozrnného materiálu
- vlastní tvar umožňuje nižší dopravní výkon
- nižší pořizovací náklady než tříválečková stolice (zhruba o 1/3)
- váleček F-089x315-6204 obr. 21



Dimensions (mm)			Weight (kg)		Belt width (mm)		
L	L1	L2	Rotating parts	Total			
315	323	341	2,3	3,2			
					500		800

obr. 21, zdroj [10]

- pro vratnou větev dopravníku volím rovnou jednoválečkovou stolicí fy TRANZA, a.s.
- ozn. RB-S-500/00/A/PP



obr. 22 zdroj [9]

- nejpožívanější stolice pro vratnou větev
- používá se pro pásy do šířky 1400mm
- díky jednoduché konstrukci je nenáročná na údržbu a má nízké pořizovací náklady
- váleček F-089x600-6204 (stejný jako u nosné stolice, pouze délka je 600mm)

Nosná i vratná stolice je k rámu dopravníku rozebíratelně připevněna pomocí držáku bez nutnosti vrtání do konstrukce.

3.6. Průřez náplně pásu:

- tvar náplně průřezu pásu je na obr. 23

$$S_1 = (b \cdot \cos \lambda)^2 \cdot \frac{\text{tg} \theta}{6} = (0,4 \cdot \cos 20^\circ)^2 \cdot \frac{\text{tg} 24^\circ}{6} = 0,0105 \text{m}^2$$

$$S_2 = \left(\frac{b}{2} \cdot \cos \lambda \right) \cdot \left(\frac{b}{2} \cdot \sin \lambda \right) = \left(\frac{0,4}{2} \cdot \cos 20^\circ \right) \cdot \left(\frac{0,4}{2} \cdot \sin 20^\circ \right) = 0,0129 \text{m}^2$$

$$S = S_1 + S_2 = 0,0105 + 0,01286 = 0,0234 \text{m}^2$$

- využitelná ložná šířka pásu:

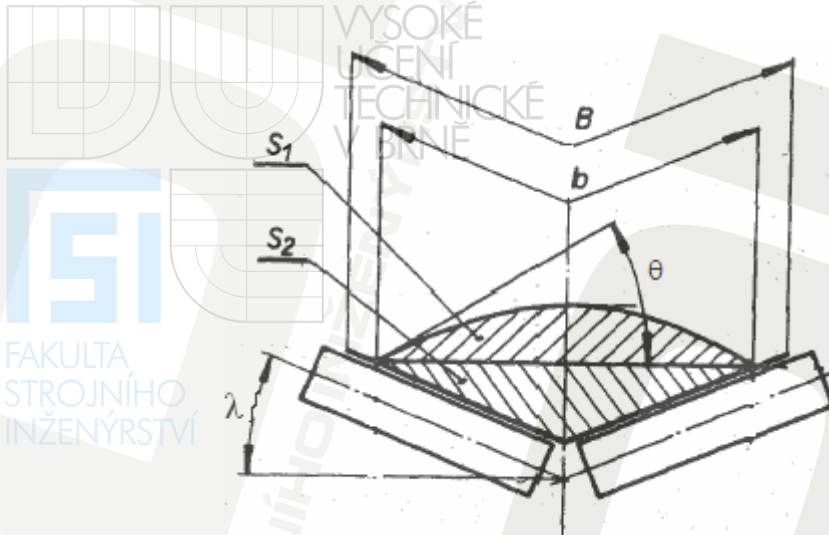
$$b = 0,9 \cdot B - 0,055 = 0,9 \cdot 0,5 - 0,055 \doteq 0,4 \text{m}$$

- dynamický sypný úhel

$$\theta = 0,75 \cdot \alpha = 0,75 \cdot 32 = 24^\circ$$

- úhel sklonu válečků

$$\lambda = 20^\circ$$



obr. 23 Průřez náplně pásu

3.7. Součinitel sklonu dopravníku:

$$k = 1 - \frac{S_1}{S} \cdot (1 - k_1) = 1 - \frac{0,0105}{0,0234} \cdot (1 - 0,899) = 0,95$$

- součinitel korekce vrchlíku náplně pásu

$$k_1 = \sqrt{\frac{\cos^2 \delta - \cos^2 \theta}{1 - \cos^2 \theta}} = \sqrt{\frac{\cos^2 10,24^\circ - \cos^2 24^\circ}{1 - \cos^2 24^\circ}} = 0,899$$

3.8. Objemový dopravní výkon:

$$I_v = S \cdot v \cdot k = 0,0234 \cdot 1,25 \cdot 0,95 = 0,0278 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

3.9. Hmotnostní dopravní výkon:

$$I_m = 3600 \cdot I_v \cdot \rho = 3600 \cdot 0,0278 \cdot 1600 = 160128 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$I_m \geq Q$$

$$160128 \text{ kg h}^{-1} \geq 150000 \text{ kg h}^{-1} \text{ VYHOVUJE ZADÁNÍ}$$

3.10. Výpočet odporů:

3.10.1. Výpočet hlavních odporů F_H :

$$F_H = f \cdot L \cdot g \cdot (q_{RO} + q_{RU} + 2 \cdot q_B + q_G) = \\ = 0,02 \cdot 45 \cdot 9,81 \cdot (8,89 + 1,9 + (2 \cdot 4,48 + 35,58)) = 488,5N$$

kde:

- hmotnost rotujících válečků na 1m horní větve dopravníku

$$q_{RO} = \frac{2 \cdot m_{V1} \cdot p_1}{L} = \frac{2 \cdot 2,3 \cdot 87}{45} = 8,89kg$$

$$m_{V1} = 2,3kg \text{ dle [10]}$$

- hmotnost rotujících válečků na 1m dolní větve dopravníku

$$q_{RU} = \frac{m_{V2} \cdot p_2}{L} = \frac{3,9 \cdot 22}{45} = 1,9kg$$

$$m_{V2} = 3,9kg \text{ dle [10]}$$

- hmotnost 1m pásu

$$q_B = 4,48kg \text{ dle výrobce [17]}$$

- hmotnost nákladu na 1m délky pásu

$$q_G = \frac{l_v \cdot \rho}{v} = \frac{0,0278 \cdot 1600}{1,25} = 35,58kg$$

- globální součinitel tření

$$f = 0,02 \text{ voleno dle [6]}$$

3.10.2. Výpočet vedlejších odporů F_N :

a) Odpor setrvačných sil v místě nakládání a v oblasti urychlování

$$v_0 = 0m \cdot s^{-1}$$

$$F_{bA} = l_v \cdot \rho \cdot (v - v_0) = 0,0278 \cdot 1600 \cdot (1,25 - 0) = 55,6N$$

b) Odpor tření mezi dopravovanou hmotou a bočním vedením v oblasti urychlování

$$F_f = \frac{\mu_2 \cdot l_v^2 \cdot \rho \cdot g \cdot l_b}{\left(\frac{v + v_0}{2}\right)^2 \cdot b_1^2} = \frac{0,6 \cdot 0,0344^2 \cdot 1600 \cdot 9,81 \cdot 0,5}{\left(\frac{1,6 + 0}{2}\right)^2 \cdot 0,375^2} = 66,25N$$

$$\text{kde: } l_b = \frac{v^2 - v_0^2}{2g \cdot \mu_1} = \frac{1,25^2 - 0^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,6} = 0,133m$$

$$\text{volím } l_b = 0,5m$$

$$b_1 = b \cdot \cos \lambda = 0,4 \cdot \cos 20^\circ = 0,375m$$

$$\mu_1 = \mu_2 = 0,6 \text{ voleno dle [6]}$$

c) Odpor ohybu pásu na bubnech

$$F_l = 9B \cdot \left(140 + 0,01 \cdot \frac{F}{B} \right) \cdot \frac{d}{D} = 9 \cdot 0,5 \cdot \left(140 + 0,01 \cdot \frac{9000}{0,5} \right) \cdot \frac{6,3 \cdot 10^{-3}}{0,4} =$$

$$F_l = 22,68\text{N}$$

$$\text{volím } F = 9000\text{N}$$

d) Odpor v ložiskách bubnu (neuvažuje se pro poháněcí buben)

$$F_t = 0,005 \cdot \frac{d_0}{D} \cdot F_T = 0,005 \cdot \frac{0,045}{0,4} \cdot 9000 = 5,1\text{N}$$

$$\text{volím } F_T = 9000\text{N}$$

3.10.3. Celkové vedlejší odpory:

$$F_N = F_{bA} + F_f + F_l + F_t = 55,6 + 66,25 + 22,68 + 5,1 = 149,63\text{N}$$

3.10.4. Přídavné hlavní odpory F_{S1} :

$$F_{S1} = F_\varepsilon + F_{gL} = 0\text{N}$$

3.10.5. Výpočet přídavných vedlejších odporů F_{S2} :

a) Výpočet odporu stěračů pásu F_r

Odpor vnějšího stěrače F_{r1}

$$F_{r1} = A \cdot p \cdot \mu_3 = 0,005 \cdot 6,5 \cdot 10^4 \cdot 0,4 = 130\text{N}$$

$$\text{kde: } A = B \cdot t_\zeta = 0,5 \cdot 0,01 = 0,005\text{m}^2$$

$$p = 6,5 \cdot 10^4 \text{Nm}^{-2} \text{ voleno dle [6]}$$

$$\text{volím } \mu_3 = 0,4$$

Odpor vnitřního stěrače F_{r2}

$$F_{r2} = m_s \cdot g \cdot \mu_3 = 12 \cdot 9,81 \cdot 0,4 = 47,1\text{N}$$

b) Odpor shrnovače materiálu

$$F_a = 0\text{N}$$

3.10.6. Celkové přídavné vedlejší odpory:

$$F_{S2} = F_r + F_a = F_{r1} + F_{r2} + F_a = 130 + 47,1 + 0 = 177,1\text{N}$$

3.10.7. Výpočet odporu k překonání dopravní výšky F_{St} :

$$F_{St} = q_G \cdot H \cdot q = 35,58 \cdot 8 \cdot 9,81 = 2792,3\text{N}$$

3.10.8. Potřebná obvodová síla na poháněcím bubnu:

$$F_U = F_H + F_N + F_{S1} + F_{S2} + F_{St} = 488,5 + 149,63 + 0 + 177,1 + 2792,3$$

$$F_U = 3607,53\text{N}$$

3.11. Volba pohonu:

3.11.1. Potřebný provozní výkon pohonu pásového dopravníku:

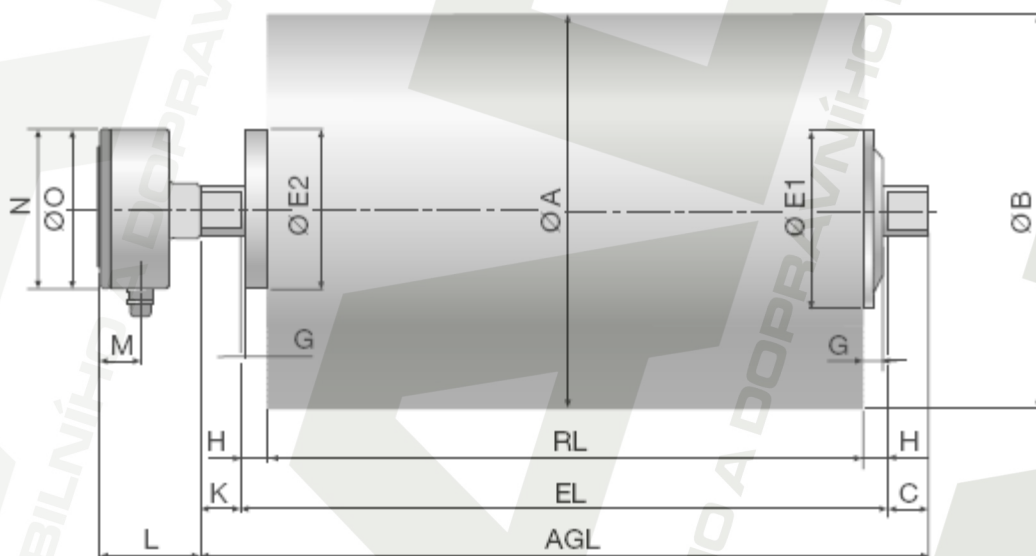
$$P = \frac{F_u \cdot v}{\eta_1} = \frac{3607,53 \cdot 1,25}{0,85} = 5305,2W$$

$$\eta_1 = 0,85 \text{ voleno dle [6]}$$

3.11.2. Volba elektromotoru:

- volím elektrobuben od firmy Interroll Holding AG obr. X
- ozn. Series 6500 Ø400mm TM400
- výkon 5,5kW
- buben je uložen v konzolách obr. 25
- podrobnější informace viz [18]

Standard Motorised Pulley TM 400/TM 401



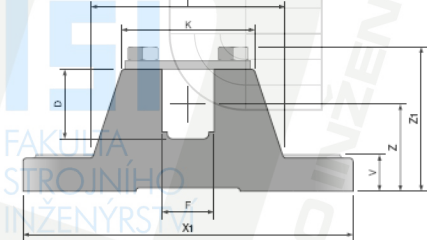
Type	A mm	B mm	C mm	D mm	E1 mm	E2 mm	F mm	G mm	H mm	K mm	L mm	M mm	N mm	O mm
TM 400	404	400	50	40	125	125	30	20	25	53	87	27	107	105

Motor	No. of poles	Nominal belt speed at full load 50 Hz m/sec	Torque Nm	Belt pull N	Max. radial load $T_1 + T_2$ N
4.00/ 5.50	4	0.80	950	4750	16700
		1.00	760	3800	
		1.25	608	3040	
		1.60	475	2375	
		2.00	380	1900	
		2.50	304	1520	



obr. 24, zdroj [18]

Motorised Pulley	Material	Description	Dimension in mm															Weight in kg
			D	F	I	K	S	T	V	W	W1	W2	X	X1	Z	Z1		
TM 220 / TM 321	Graphite	KL 41	40	30	110	62	14	20	22	40	110	190	50	83	1.9			
TM 323, 2-stage	cast																	
TM 400, 2-stage	iron																	



obr. 25, zdroj [19]

3.12. Síly v pásu:

3.12.1. Přenos obvodové síly na poháněcím bubnu:

$$F_{2,\min} \geq F_{U,\max} \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} \geq 5411,3 \cdot \frac{1}{e^{0,35 \cdot 3,31} - 1} \geq 2476,4\text{N}$$

kde: $F_{U,\max} = F_U \cdot \xi = 3607,53 \cdot 1,5 = 5411,3\text{N}$

$\xi = 1,5$ voleno dle [6]

$\varphi = 190^\circ \Rightarrow \hat{\varphi} = 190 \cdot \frac{\pi}{180} = 3,31\text{rad}$

$\mu = 0,35$ voleno dle [6]

3.12.2. Průvès pásu:

a) Omezení podle průvèsu pásu v nosné větvi

$$F_{\min,h} \geq \frac{a_0 \cdot (q_B + q_G) \cdot g}{8 \cdot (h/a)_{\text{adm}}} \geq \frac{0,5 \cdot (4,48 + 35,58) \cdot 9,81}{8 \cdot 0,012}$$

$$F_{\min,h} \geq 2046,8\text{N}$$

b) Omezení podle průvèsu pásu ve vratné větvi

$$F_{\min,d} \geq \frac{a_u \cdot q_B \cdot g}{8 \cdot (h/a)_{\text{adm}}} \geq \frac{2 \cdot 4,48 \cdot 9,81}{8 \cdot 0,012} \geq 915,6\text{N}$$

kde: $(h/a)_{\text{adm}} = 0,012$ voleno dle [6]

3.12.3. Největší tahová síla v pásu:

$$F_{\max} \approx F_1 \approx F_U \cdot \xi \cdot \left(\frac{1}{e^{\varphi\mu} - 1} + 1 \right) \approx 3607,53 \cdot 1,5 \cdot \left(\frac{1}{e^{3,310,35} - 1} + 1 \right) \\ \approx 7887,7\text{N}$$

3.12.4. Dovolená síla v pásu:

$$F_{\text{DP}} = R_{\text{mp}} \cdot B = 250 \cdot 500 = 125000\text{N}$$

$$R_{\text{mp}} = 250\text{Nmm}^{-1} \text{ dle výrobce [17]}$$

3.12.5. Kontrola pevnosti pásu:

$$F_{\text{DP}} \geq F_{\max}$$

$$125000 \geq 7887,7\text{N} \Rightarrow \text{Pevnost pásu vyhovuje.}$$

4. ZÁVĚR

Z parametrů zadání jsem provedl funkční výpočet a určení hlavních rozměrů pásového dopravníku pro dopravu vápence. Šířka dopravního pásu je 500mm. Pás je vedený v korýtkové dvouválečkové stolici a poháněn elektrobubnem o výkonu 5,5kW.

Dle zadání jsem vytvořil výkresovou dokumentaci montážní sestavy, svarku stojiny a průběžné části rámu dopravníku. Dokumentace je součástí přílohy.

Navržený dopravník odpovídá všem požadavkům zadání a s ohledem na rozsah prováděných výpočtů, by měl být funkční.

5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

5.1. Použitá literatura:

- [1] GAJDŮŠEK, Jaroslav; ŠKOPÁN, Miroslav. Teorie dopravních a manipulačních zařízení. 1. vydání. Brno: rektorát VUT v Brně, 1988. 276s.
- [2] SVOBODA, Pavel; BRANDEJS, Jan; PROKEŠ, František. Základy konstruování. 3. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 202s, ISBN 80-7204-405-2
- [3] LEINVEBER, Jan; ŘASA, Jaroslav; VÁVRA, Pavel. Strojnické tabulky. 3. vydání. Praha: Scienta, 2000, 985s, ISBN 80-7183-164-6
- [4] KAŠPÁREK, Jaroslav. Dopravní a manipulační zařízení, pro posluchače bakalářského studia VUT FSI v Brně. [PDF dokument]
- [5] SOBEK, Evžen; BRANDEJS, Jan; DVOŘÁČEK, Jiří; MAZAL, Pavel; SVOBODA, František. Základy konstruování, návody pro konstrukční cvičení. 3. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 111s, ISBN 80-7204-331-5

5.2. Použitá norma:

- [6] Norma ČSN ISO 5048: 1994. Zařízení pro plynulou dopravu nákladů- Pásové dopravníky s nosnými válečky-Výpočet výkonu a tahových sil. Praha: Český normalizační institut, 1993. 16s.

5.3. Použité zdroje internetu:

- [7] Katalog dopravních pásů CONTINENTAL MATADOR RUBBER s.r.o. dostupný na WWW: http://matador.sk/uploads/file/katalog_DP_09.pdf
- [8] Katalog ložiskových jednotek SKF Ložiska, s.r.o. dostupný na WWW: <http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=212601&prodid=212601045>
- [9] Katalog válečkových stolic TRANZA, a.s. dostupný na WWW: http://www.tranza.cz/download/TRANZA_IdlersEn.pdf
- [10] Katalog válečků TRANZA, a.s. dostupný na WWW: http://www.tranza.cz/download/TRANZA_RollersEn.pdf

- [11] Katalog kotevních šroubů Peikko Czech Republic, s.r.o.
dostupný na WWW: http://trinity.siteadmin.fi/File.aspx?id=446219&ext=pdf&routing=419671&webid=419701&name=PPM_HPM_ang
- [12] Internetové stránky Adapt dopravníky
dostupné na WWW: http://www.adaptodopravniky.cz/editor/image/produkty1_galerie/tn_zoom_obrazek_204.jpg
- [13] Internetové stránky Interroll Holding AG
dostupné na WWW: http://interroll.com/en/products/drum_motors/drum_motor_216i/
- [14] Internetové stránky REROSA-HYDRAULIKA, s.r.o.
dostupné na WWW: http://www.rososa.cz/hm1_2.php
- [15] Internetové stránky M-Technik, s.r.o.
dostupné na WWW: <http://www.m-technik.cz/produkty/sterace-pasovych-dopravniku/hlavni-sterace/standard.htm>
- [16] Katalog stěračů pásů Rulli Rulmeca spa
dostupný na WWW: http://download.rulmeca.it/catalogo/serie_eng/Belt_cleaners_simple_and_plough_types.pdf
- [17] Katalog dopravních pásů GUMEX, spol. s.r.o.
dostupný na WWW: <http://www.gumex.cz/dopravnikove-pasy/dopravnikove-pasy-pryzove/>
- [18] Katalog elektrobubnů Interroll Holding AG
dostupný na WWW: http://interroll.com/document_show.cfm/BD%20400%20PDF?wm=c%28962%29cl%282%29cv%28200308200800%29&ext=.*
- [19] Katalog příslušenství Interroll Holding AG
dostupný na WWW: http://interroll.com/document_show.cfm/BH_beltdrives_catalogue_en?wm=c%28632%29cl%282%29cv%28200304070900%29&ext=.*
- [20] Katalog hutního materiálu Feron, a.s.
dostupný na WWW: <http://www.ferona.cz/cze/katalog/search.php>

6. SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

Ozn.	Název	Jednotka
$(h/a)_{adm}$	Dovolený relativní průvěs pásu mezi vál. stolicemi	-
A	Dotyková plocha mezi pásem a čističem pásu	m^2
a_0	Rozteč horních válečkových stolic	m
A_T	Teoretický průřez dopravovaných hmot	m^2
a_u	Rozteč dolních válečkových stolic	m
b	Využitelná ložná šířka pásu	m
B	Šířka dopravního pásu	m
b_1	Světlá šířka bočního vedení	m
d	Tloušťka pásu	m
D	Průměr bubnu	m
d_0	Průměr hřídele v ložisku	m
e	Základ přirozených logaritmů	-
f	Globální součinitel tření	-
F	Průměrný tah v pásu na bubnu	N
F_1	Tah v pásu ve větvi nabíhající na buben	N
F_2	Tah v pásu ve větvi sbíhající z bubnu	N
F_a	Odpor shrnovače materiálu	N
F_{bA}	Odpor setrvačných sil v místě nakládání a v oblasti urychlování	N
F_{DP}	Dovolená síla v pásu	N
F_f	Odpor tření mezi materiálem a bočním vedením v obl. urychlování	N
F_{gL}	Odpor tření mezi dopravovanou hmotou a bočním vedením	N
F_H	Hlavní odpory	N
F_I	Odpor ohybu pásu na bubnech	N
F_{max}	Největší tah v pásu	N
$F_{min,d}$	Nejmenší tah v pásu v dolní větvi	N
$F_{min,h}$	Nejmenší tah v pásu v horní větvi	N
F_N	Vedlejší odpory	N
F_r	Odpor stěračů pásu	N
F_{r1}	Odpor vnějšího stěrače	N
F_{r2}	Odpor vnitřního stěrače	N
F_{S1}	Přídavné hlavní odpory	N
F_{S2}	Přídavný vedlejší odpor	N
F_{st}	Odpor k překonání dopravní výšky	N
F_t	Odpor v ložiskách bubnu	N
F_T	Vektorový součet tahů v pásu	N
F_U	Potřebná obvodová síla na poháněcím bubnu	N
F_ϵ	Odpor vychýlených bočních válečků	N
g	Tíhové zrychlení	m/s^2
H	Výškový rozdíl	m
I_m	Hmotnostní dopravní výkon	kg/h
I_v	Objemový dopravní výkon	m^3/s
k	Součinitel sklonu dopravníku	-
k_1	Součinitel korekce vrchlíku náplně pásu	-
L	Osová vzdálenost přesypů	m
l_b	Urychlovaná délka	m

Ozn.	Název	Jednotka
m_{v1}	Hmotnost rotujících částí válečku horní větve dopravníku	kg
m_{v2}	Hmotnost rotujících válečků dolní větve dopravníku	kg
p	Tlak mezi čističem pásu a pásem	N/m^2
P	Provozní výkon pohonu pásového dopravníku	W
p_1	Počet řad válečků horní větve dopravníku	-
p_2	Počet řad válečků dolní větve dopravníku	-
Q	Dopravní výkon	kg/h
q_B	Hmotnost 1m dopravního pásu	kg/m
q_G	Hmotnost nákladu na 1m délky pásu	kg/m
q_{RO}	Hmotnost rotujících částí válečků na 1m horní větve dopravníku	kg/m
q_{RU}	Hmotnost rotujících částí válečků na 1m dolní větve dopravníku	kg/m
R_{mp}	Pevnost pásu	N/mm
S	Průřez náplně pásu	m^2
S_1	Horní průřez náplně pásu	m^2
S_2	Dolní průřez náplně pásu	m^2
t_ξ	Tloušťka čističe pásu	m
v	Jmenovitá dopravní rychlost	m/s
v_0	Složka rychlosti dopr. hmoty ve směru pohybu pásu	m/s^2
α	Sypný úhel	stupně
δ	Sklon dopravníku	stupně
η	Účinnost	-
θ	Dynamický sypný úhel	stupně
λ	Úhel sklonu bočních válečků válečkových stolic	stupně
μ	Součinitel tření mezi poháněcím bubnem a pásem	-
μ_1	Součinitel tření mezi dopravovanou hmotou a pásem	-
μ_2	Součinitel tření mezi dopravovanou hmotou a bočnicemi	-
μ_3	Součinitel tření mezi pásem a čističem pásu	-
ξ	Součinitel rozběhu	radiány
ρ	Sypná hmotnost dopravovaného materiálu	kg/m^3
φ	Úhel opásání poháněcího bubnu	radiány

7. SEZNAM PŘÍLOH

Číslo výkresu	Název	Druh dokumentu	Listů/List
M-A-00/00	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK	montážní sestava	1/3
M-A-00/00	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK	seznam položek	2/3
M-A-00/00	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK	seznam položek	3/3
M5-C-N8/00	STOJINA 8	výkres svarku	1/3
M5-C-N8/00	STOJINA 8	seznam položek	2/3
M5-C-N8/00	STOJINA 8	seznam položek	3/3
M4-D-N2/00	PRŮBĚŽNÁ ČÁST RÁMU 2	výkres svarku	1/1