

Hadicový dopravník a výpočet jeho základných parametrov

Daniela Marasová¹, Gabriel Fedorko¹ a Vierošlav Molnár¹

Pipe conveyor and calculation its basic parameters

Pipe conveyors with the rubber belt are a new technology which brings totally new and significantly higher level of the protection of the life environment at the transport of bulk materials from the supplier to the consumer, but also at the transport of material directly in quarries and underground mines, by which the life environment is being significantly improved. The pipe conveyors represent a revolution change at the manipulation with the bulk materials. They are a modification of classical belt conveyors. Their task is not to replace the classical belt conveyors fully, but to improve their parameters in areas where it is possible. The paper deals with calculation basic parameters of pipe conveyor.

Key words: pipe, conveyor belt, calculation, parameters

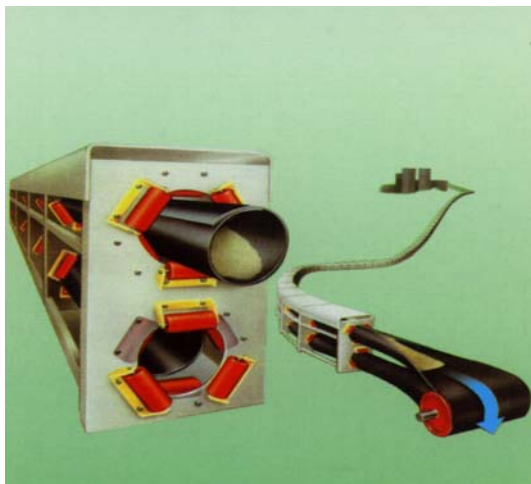
Úvod

Hadicové dopravníky s gumovým pásom je možné považovať za jeden z najperspektívnejších systémov cyklicko-tokových technológií materiálov. Prvý krát bolo takéto zariadenie použité v Japonsku a v súčasnosti je vo svete približne 2000 inštalácií takýchto dopravníkov v stavebnom, strojárskom, hutníckom, baníckom, chemickom, keramickom, potravinárskom a ďalších odvetviach priemyslu (Štroffek a kol., 1995). Je to modifikácia klasického pásového dopravníka, ale s vylepšenými technickými parametrami. Týmito dopravníkmi môžeme prepravovať piesok, štrk, cement, netvrdnuci betón, vápno, pieskovec, sadrovec ale aj uhlie, rudy, popolček, priemyselné hnojivá, buničinu, cukor, soľ, obilie a mnoho iných materiálov.

V Čechách je v prevádzke 12 hadicových dopravníkov a na Slovensku len jeden. Tento príspevok rieši problematiku funkčného výpočtu hadicových dopravníkov, pretože v súčasnosti nie stanovená metodika pre výpočet ich základných parametrov. Pri výpočte budeme vychádzať zo zásad výpočtu klasických pásových dopravníkov podľa medzinárodnej normy ISO 5048, pričom výpočet bude v sebe zahŕňať aj nové prvky, ktoré sa u klasických pásových dopravníkov nevyskytujú.

1. Princíp práce hadicového dopravníka

Hadicový dopravník má podobné základné prvky ako klasický pásový dopravník. Jeho konštrukcia je znázornená na obr.1. Líši sa len v stavbe nosnej konštrukcie a tvare valčekovej stolice, ktorá u klasických pásových dopravníkov formuje dopravný pás do tvaru korýtka, pričom u hadicových prstencová valčeková stolica formuje dopravný pás do tvaru hadice. Iný je aj systém pootočenia dopravného pásu pri jeho prechode do dolnej vetvy dopravníka. Ostatné základné prvky sú podobné ako u klasických pásových dopravníkov. Princíp práce hadicového dopravníka je podobný ako u klasických dopravníkov s tým rozdielom, že pri hadicových dopravníkoch dopravný pás neostáva v tvare korýtka pozdĺž celej dopravnej trate, ale len v mieste plnenia a vysýpania dopravného pásu. Po prekonaní týchto miest sa uzatvára pomocou 6 alebo 8 nastaviteľných valčekov do tvaru hadice. Tri resp. 4 valčky sú na prednej strane nosnej konštrukcie a tri resp. 4 valčky sú na zadnej strane konštrukcie.



Obr.1 Schematické znázornenie princípu práce hadicového dopravníka
Fig.1 Schematic figuration of operation principle of pipe conveyer

2. Výpočet základných parametrov hadicového dopravníka

Pri výpočtoch základných parametrov hadicových dopravných pásov a pásových dopravníkov vychádzame z medzinárodnej normy ISO 5048, ktorá stanovuje základné

¹ Doc. Ing. Daniela Marasová, CSc., ¹ Ing. Gabriel Fedorko ¹, Ing. Vierošlav Molnár, PhD ¹, FBERG TU v Košiciach, Katedra logistiky a výrobných systémov, Park Komenského 14, 04384 Košice (Recenzovaná, revidovaná verzia dodaná 25.2.2002)

výpočty klasických pásových dopravníkov. Vo výpočtoch budú použité označenia vstupných veličín a ich jednotky uvedené v tab.1. Výpočet bude usporiadaný takto: kapacitný výpočet, pevnostný výpočet, výpočet ťahov v dopravnom páse, výpočet napínacej sily.

Tab.1 Označenie veličín a ich jednotky Tab.1 Identification of the value and their units

Označenie	Názov	Jednotka
A	Dotyková plocha medzi pásom a čističom pásu	m ²
B	Ložná šírka pásu (t.j. skutočne zaplnená alebo nesúca dopravovanú hmotu); využitelná šírka	m
b _z	Svetlá šírka bočného vedenia	m
B	Šírka dopravného pásu	m
C	Súčiniteľ (vedľajších odporov)	-
d	Priemer hadice	m
d ₀	Priemer hriadeľa v ložisku	m
D	Priemer bubna	m
e	Základ prirodzených logaritmov	-
f	Globálny súčiniteľ trenia	-
F	Priemerný ťah v páse na bubne	N
F ₁	Ťah v páse vo vetve nabiehajúcej na bubon (vid' obr.2)	N
F ₂	Ťah v páse vo vetve zbiehajúcej z bubna (vid' obr.2)	N
F _H	Hlavné odpory	N
F _{max}	Najväčší ťah v páse	N
F _{min}	Najmenší ťah v páse	N
F _N	Vedľajšie odpory	N
F _S	Pridavné odpory	N
F _{S1}	Pridavné hlavné odpory	N
F _{S2}	Pridavné vedľajšie odpory	N
F _{St}	Odpor k prekonaniu dopravnej výšky	N
F _T	Vektorový súčet ťahov v páse, pôsobiacich na bubne a tiažových síl hmôt otáčajúcich sa častí	N
F _V	Potrebná obvodová sila na poháňacom bubne (bubnoch)	N
g	Tiažové zrýchlenie	m/s ²
(h/a) _{adm}	Dovolený relatívny prevys pásu medzi valčekovými stolicami	-
H	Dopravná výška	m
I _V	Objemový dopravný výkon	m ³ /s
k	Súčiniteľ sklonu	-
k _a	Súčiniteľ zhrnovania	N/m
l	Dĺžka bočného vedenia	m
l _b	Urýchľovacia dĺžka	m
L	Dĺžka dopravníka (vzdialenosť osí bubnov)	m
L ₀	Pridavná dĺžka dopravníka	m
l _p	Šírka prekrytia okrajov dopravného pásu	m
p	Tlak medzi čističom pásu a pásom	N/m ²
P _A	Prevádzkový výkon na poháňacom bubne	W
P _M	Prevádzkový výkon poháňacieho motora	W
q _B	Hmotnosť 1 m dopravného pásu	kg/m
q _G	Hmotnosť nákladu na 1 m dĺžky pásu	kg/m
q _{RO}	Hmotnosť rotujúcich častí valčekov na 1 m hornej vetvy dopravníku	kg/m
q _{RU}	Hmotnosť rotujúcich častí valčekov na 1 m dolnej vetvy dopravníku	kg/m
S	Prierez náplne pásu	m ²
v	Rýchlosť pásu	m/s
v ₀	Zložka rýchlosti dopravovanej hmoty v smere pohybu pásu	m/s
α	Uhol sypania	stupne
δ	Uhol sklonu dopravníka v smere pohybu	stupne
ε	Uhol vychýlenia osí valčeka vzhľadom k rovine kolmej k pozdĺžnej ose pásu	stupne
η	Účinnosť	-
θ	Dynamický uhol sypania (dpravovanej hmoty)	stupne
μ	Súčiniteľ trenia medzi poháňacím bubnom a pásom	-
μ ₀	Súčiniteľ trenia medzi nosnými valčekmi a pásom	-
μ ₁	Súčiniteľ trenia medzi dopravovanou hmotou a pásom	-
μ ₂	Súčiniteľ trenia medzi dopravovanou hmotou a bočnicami	-
μ ₃	Súčiniteľ trenia medzi pásom a čističom pásu	-
ξ	Súčiniteľ rozbehu	-
ρ	Sýpna hmotnosť dopravovanej hmoty	Kg/m ³
φ	Uhol opásania poháňacieho bubna	radiány

3. Kapacitný výpočet

Dopravný výkon hadicových pásových dopravníkov je určený dvoma základnými parametrami, a to objemovým dopravovaným množstvom materiálu určitej sýpnej hmotnosti (I_v), rýchlosťou dopravného pásu (v).

- **teoretický prierez náplne hadice - S_t**

$$S_t = \frac{I_v}{3600 \cdot v} \quad [\text{m}^2] \quad (1)$$

- **skutočný prierez náplne hadice - S**

Predpokladáme 75% zaplnenia prierezu hadice dopravného pásu:

$$S = \frac{3}{4} S_t = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{3S_t}{\pi}} \quad [\text{m}^2] \quad (2)$$

kde: d - priemer hadice v m .

- **šírka dopravného pásu - B**

Šírku dopravného pásu zvolíme na základe výpočtu obvodu hadice – o

$$o = \pi \cdot d + b \quad [\text{m}] \quad (3)$$

4. Pevnostný výpočet

Pevnostným výpočtom sa určuje výsledný pohybový odpor v hadicovom dopravníku, ktorý sa rovná celkovej obvodovej sile na poháňacom bubne pri ustálenom chode dopravníka (F_u). Na základe veľkosti celkovej obvodovej sily sa dá vypočítať veľkosť ťahov v páse. Z ťahov v páse je možné určiť potrebnú pevnosť pásu.

4.1 Výpočet odporov

Celkový pohybový odpor hadicového dopravníka (F_u) pozostáva z jednotlivých odporov, ktoré možno rozdeliť do nasledujúcich 5 skupín: - hlavné odpory, F_H , - vedľajšie odpory, F_N , - prídavné hlavné odpory, F_{S1} , - prídavné vedľajšie odpory, F_{S2} , - odpor k prekonaniu dopravnej výšky, F_{St} .

Týchto 5 skupín zahrňuje všetky odpory prekonávané pohonom hadicového dopravníka pri uvažovaní trenia a sklonu trasy a tiež urýchlenia dopravovanej hmoty na rýchlosť pásu v mieste nakladania.

Hlavné a vedľajšie odpory, F_H a F_N pôsobia pri všetkých pásových dopravníkoch, zatiaľ čo prídavné odpory, F_{S1} a F_{S2} sa vyskytujú iba pri určitom vyhotovení. Hlavné odpory F_H a F_{S1} pôsobia spojito po celej dĺžke pásového dopravníka, zatiaľ čo vedľajšie odpory F_N a F_{S2} pôsobia len v definovanom mieste.

Odpor k prekonaniu dopravnej výšky, F_{St} , môže byť kladný, nulový alebo záporný v závislosti na sklone dopravníka. Ďalej môže byť uvažovaný ako spojito pôsobiaci po dĺžke dopravníka alebo vznikajúce iba v niektorom úseku dĺžky.

Obvodová hľadacia sila F_u , potrebná na poháňacom bubne hadicového dopravníka, sa určí súčtom všetkých odporov podľa nasledujúceho vzťahu:

$$F_u = F_H + F_N + F_{S1} + F_{S2} + F_{St} \quad [\text{N}] \quad (4)$$

4.1.1 Hlavné odpory

Hlavné odpory, F_H zahrňujú:

a) rotačné odpory valčekov v hornej a dolnej vetve vznikajúce trením v ložiskách a tesnením valčekov (viď vzťahy (5) a (6));

b) odpory spôsobené zatlačovaním valčekov do pásu a opakovaným ohybom dopravného pásu s dopravovanou hmotou.

Hlavné odpory F_H , môžeme vypočítať zjednodušeným spôsobom pomocou globálneho súčiniteľa trenia f . Pri aplikovaní Coulombového zákona trenia je hlavný odpor daný globálnym súčiniteľom trenia f , dĺžkou dopravníka L , a súčtom zvislých síl na meter dĺžky, vyvolaných všetkými pohybujúcimi sa hmotami; potom nahradením F_H v rovnici (4) možno získať nasledujúci vzťah:

$$F_u = f L g [q_{RO} + q_{RU} + (2q_B + q_G) \cos \delta] + F_N + F_{S1} + F_{S2} + F_{St} \quad [\text{N}] \quad (5)$$

Ak by sklon dopravníka bol do 18° uhol sklonu δ môžeme vo vzťahu (5) zanedbať a zvislé zaťaženia, použité pre výpočet, môžu byť rovné zaťaženiu dopravníka ($\cos \delta = 1$). Ak sklon dopravníka prevyšuje 18° , zaťaženie dopravníka q_B a q_G je nutné násobiť $\cos \delta$.

Zaťaženie dopravníka, q_G , vyplývajúce z hmotnosti dopravovanej hmoty, môže byť vypočítané napr. v kg na meter dĺžky podľa nasledujúceho vzťahu:

$$q_G = \frac{I_V \zeta}{v} \quad [\text{kg/m}] \quad (6)$$

Vzťah (5) platí pre všetky dĺžky dopravníkov. Pre veľké vzdialenosti osí bubnov dopravníkov (napr. cez 80m) sú vedľajšie odpory podstatne nižšie ako hlavné odpory dopravníkov a možno ich vypočítať zjednodušeným spôsobom bez rizika väčšej chyby. Za týmto účelom sa zavádza do výpočtu súčiniteľ C ako násobiteľ hlavného odporu, závislý na dĺžke pásového dopravníka; potom dostaneme nasledujúci vzťah:

$$F_U = C f L g [q_{RO} + q_{RU} + (2q_B + q_G)] + q_G H g + F_{S1} + F_{S2} \quad [\text{N}] \quad (7)$$

Ak je sklon dopravníka väčší ako 18° zaťaženie dopravníka q_B a q_G je potrebné násobiť $\cos \delta$.

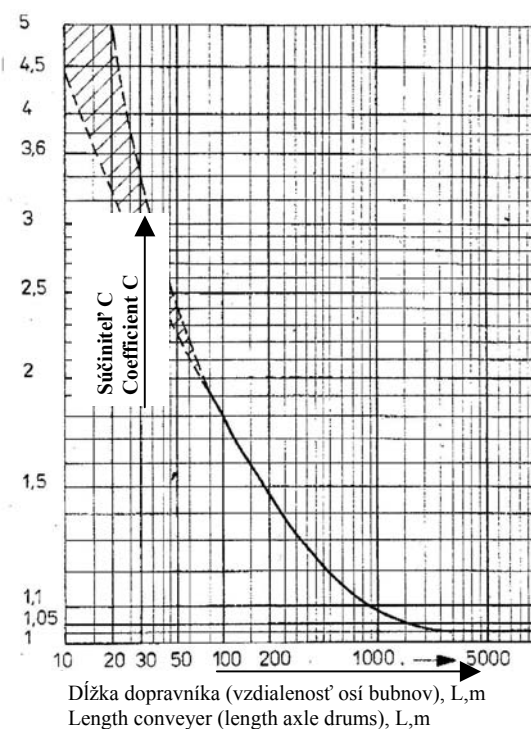
- Súčiniteľ C

Súčiniteľ C sa rovná podielu, ktorý je daný nasledujúcim vzťahom:

$$C = \frac{\text{Celkový odpor bez odporu dopravnej výšky a bez prídatných odporov}}{\text{Hlavné odpory}} = \frac{F_H + F_N}{F_H} \quad (8)$$

Súčiniteľ C je funkciou dĺžky pásového dopravníka, pretože väčšina vedľajších odporov, F_N , vo vzťahu (8) je nezávislá na dĺžke dopravníka a pôsobí iba v určitom mieste.

Diagram na obrázku 1 uvádza súčiniteľ C ako funkciu dĺžky pásového dopravníka, L; hodnoty boli odvodené z výsledkov meraní uskutočňovaných na rôznych dopravníkoch - hlavne na dopravníkoch s veľkou vzdialenosťou osí bubnov. Diagram na obr. 1 ukazuje, že pomocou súčiniteľa C vo výpočtoch možno získať spoľahlivé hodnoty pre obvodovú silu na poháňacom bubne iba pre dopravníky dlhšie ako 80 m.



Obr.1 Súčiniteľ C ako funkcia L Fig. 1 Coefficient C as function L

Ak je dĺžka dopravníka, L, väčšia ako 80 m, súčiniteľ C môžeme vypočítať z nasledujúceho vzťahu:

$$C = \frac{L + L_0}{L} \quad (9)$$

kde prídavná dĺžka L_0 je obecne medzi 70 m až 100 m. Súčiniteľ C musí byť rovný alebo väčší ako 1,02.

Pre vzdialenosť osí bubnov, L, menšiu ako 80 m sa hodnota súčiniteľa C stáva nespoľahlivou, ako je znázornené šrafovanou oblasťou na obr. 1. Nespoľahlivosť súčiniteľa C pre malé vzdialenosti osí bubnov dopravníka možno vysvetliť prevahou vedľajších odporov u týchto dopravníkov. Čiarkovaný priebeh súčiniteľa C pre malé vzdialenosti osí bubnov nepredstavuje medzné hodnoty, ale skôr upozorňuje na rastúcu neurčitost' hodnoty C.

Vo väčšine prípadov sa C nachádza v šrafovannej oblasti. Je však možný výskyt menších hodnôt, hlavne pre dopravníky s kusovými nákladmi a malými vedľajšími odporami, alebo oveľa väčších hodnôt pre krátke podávacie dopravníky s vysokou rýchlosťou a veľkým dopravným výkonom.

Pre presnejší výpočet poháňacieho výkonu u pásových dopravníkov so vzdialenosťou osí bubnov, L, menšou ako 80 m sa doporučuje použiť vzťah (5).

- Globálny súčiniteľ trenia, f

Globálny súčiniteľ trenia, f, zahrnuje valivý odpor valčekových stolíc a pohybové odpory pásu a na základe výsledkov veľkej série meraní je stanovená hodnota 0,04 ako základná hodnota pre hadicové dopravníky.

Úpadné dopravníky, ktoré vyžadujú brzdenie motorom, musia byť s ohľadom na bezpečnosť počítané s hodnotou nižšou o 40%, ako je použitá pre výpočet poháňaných pásových dopravníkov.

4.1.2 Vedľajšie odpory

Vedľajšie odpory F_N zahrňujú:

- odpory trenia a zotrvačných síl pri urýchľovaní dopravovanej hmoty v mieste nakladania
- odpor trenia o bočnú stenu násypky v mieste nakladania,
- odpor ložísk bubna s výnimkou ložísk poháňacieho bubna,
- odpor ohybu pásu na bubnoch.

4.1.3 Prídavné odpory F_{S1}

Prídavné hlavné odpory, F_{S1} , zahrňujú:

- odpor valčekov vychýlených v smere pohybu pásu;
- odpor trenia o bočnú stenu násypky alebo bočného vedenia, ak je po celej dĺžke dopravníka.

4.1.4 Prídavné vedľajšie odpory F_{S2}

Prídavné vedľajšie odpory F_{S2} zahrňujú:

- odpor čističov pásu a bubna,
- odpor trenia o bočnú stenu násypky alebo bočného vedenia, ak je iba v časti dopravníka,
- odpor obrátenej dolnej vetvy pásu,
- odpor zhrňovačov dopravovanej hmoty z pásu,
- odpor zhadzovacieho vozu.

4.1.5 Odpor k prekonávaniu dopravnej výšky, F_{St}

Odpor k prekonaniu dopravnej výšky, F_{St} je odpor spôsobený zdvíhaním alebo klesaním dopravovanej hmoty u uklonených dopravníkoch.

Oproti ostatným odporom možno odpor k prekonaniu dopravnej výšky presne určiť podľa:

$$F_{St} = q_G H_g \quad [N] \quad (10)$$

Dopravná výška, H , je uvažovaná ako kladná u stúpajúcich a záporná u klesajúcich dopravníkov.

Pre presnejší výpočet hnacej sily na poháňacom bubne a výkone pohonu hadicového dopravníka s použitím vzťahu (5) musí byť známe vedľajšie a prídavné odpory, F_N , F_{S1} a F_{S2} . Výpočtové vzťahy pre tieto odpory sú uvedené v norme ISO 5048, tabuľka 2 a tabuľka 3. a ich hodnoty možno stanoviť na základe známych charakteristík hadicového dopravníka. Výpočet môžeme zjednodušiť zanedbaním prídavných vedľajších odporov t.j. uvažovať iba zotrvačné sily v mieste nakladania a trenia dopravovanej hmoty o bočné steny násypky v oblasti urýchľovania spolu s odpormi čističov pásov.

Použitelnosť vzťahov

Vzťahy pre výpočet obvodovej sily na poháňacom bubne sú vhodné iba pre pravidelne a plynulé nakladané dopravníky. Pre hadicové dopravníky s premenným profilom trasy alebo úpadné dopravníky, pre ktoré je častým prípadom čiastočné naloženie, musí byť obvodová sila vypočítaná pre nasledujúce rôzne prevádzkové podmienky:

- prázdny dopravník,
- plne naložený dopravník,
- dopravník zaťažený v úsekoch stúpajúcich, vodorovných alebo mierne klesajúcich, kde v každom
- úseku je potrebná kladná sila pre pohyb a prázdny v ostávajúcich úsekoch, ktoré musia byť pri zaťažení brzdené,
- dopravník zaťažený na brzdených úsekoch a prázdny na úsekoch stúpajúcich, vodorovných alebo mierne klesajúcich.

Najväčšia obvodová sila na poháňacom bubne, nájdená týmto spôsobom, je použitá pre návrh pohonu. V prípade, že sa pri jednom alebo viacerých stavoch zaťaženia vyskytne záporná sila na poháňacom bubne, stáva sa systém brzdeným a je nutné uvažovať vo výpočte základnú hodnotu nižšiu, ako je používaná pre výpočet pri poháňaní. V takýchto prípadoch musí byť pre návrh poháňacieho a brzdného systému uvažovaná najväčšia kladná hnacia sila a najväčšia záporná brzdiaca sila.

4.2 Potrebný prevádzkový výkon pohonu hadicového dopravníka

Potrebný prevádzkový výkon pohonu na poháňačom bubne pásového dopravníka P_A , napr. v kW, je odvodený z obvodovej hnacej sily F_U ; hodnota P_A je vypočítaná z nasledujúceho vzťahu:

$$P_A = F_U v \quad [W] \quad (11)$$

kde F_U je obvodová sila, napr. v kN
 v rýchlosť pásu, napr. v metroch za sekundu

Potrebný prevádzkový výkon poháňacieho motora sa určí zo vzťahu (12), v ktorom sa uvažuje s účinnosťou prevodu:

- pre hadicové dopravníky s kladným výkonom pohonu (hnané)

$$P_M = \frac{P_A}{\eta_1} \quad [W] \quad (12)$$

- pre brzdené dopravníky

$$P_M = P_A \eta_2 \quad [W] \quad (13)$$

kde η_1 je obvykle volená medzi 0,85 až 0,95
 η_2 obvykle volená medzi 0,95 a 1

5. Výpočet ťahov v dopravnom páse

Ťahové sily pôsobiace v páse sa menia po celej jeho dĺžke; ich veľkosť závisí na:

- trase pásového dopravníka,
- počte a usporiadaní poháňacích bubnov,
- charakteristikách hnacích a brzdných systémov,
- druhu a usporiadaní napínacích zariadení pásov,
- prípadom zaťaženia dopravníkov: rozbehu, ustálenej prevádzke, brzdeniu, zastaveniu, a to nenaloženého alebo plného alebo čiastočne naloženého.

S ohľadom na namáhanie pásu a ostatných častí dopravníka, zaťažených silami vyvolanými v páse, musia byť ťahové sily v páse čo najnižšie. Pre správnu prevádzku dopravníka je nevyhnutné, aby ťahy v páse spĺňali nasledujúce podmienky:

- a) ťahy v páse musia byť také, aby obvodové hnacie sily na poháňacích bubnoch boli v každom prípade prenášané na pás trením bez preklznutia,
- b) ťah v páse musí byť dostatočný, aby nedochádzalo k príliš veľkému prevysu medzi 2 valčekovými stolicami.

5.1 Prenos obvodovej sily na poháňačom bubne

Pre prenos obvodovej sily, F_U , z poháňacieho bubna na pás, ako je znázornené na obr. 2 je potrebné udržiavať ťahovú silu, F_2 , vo zbiehajúcej vetve na hodnote, ktorú môžeme vypočítať podľa nasledujúceho vzťahu:

$$F_{2 \min} \geq F_{U \max} \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} \quad [N] \quad (13)$$

kde $F_{U \max}$ je maximálna obvodová hnacia sila, ktorá sa najčastejšie vyskytuje pri rozbehu alebo brzdení plne zaťaženého dopravníka,
 η súčiniteľ trenia medzi poháňacím bubnom a pásom, ktorého hodnotu môžeme stanoviť podľa tab. 2,
 φ uhol opásania poháňacieho bubna, ktorého hodnotu sa podľa geometrické usporiadania pohybuje približne medzi 2,8 a 4,2 (160° a 240°).

Tab.2 Súčiniteľ trenia μ , medzi poháňacími bubnami a gumovým pásom Tab.2 Coefficient friction μ , between driving drums and rubber belt
 Súčiniteľ trenia, μ ako funkcia obloženia bubna

Stav stykových plôch	Hladký Oceľový bubon	gumové obloženie, šípové drážky	polyuretánové obloženie, šípové drážky	Keramické obloženie, šípové drážky
Suché	0,35 - 0,4	0,4 - 0,45	0,35 - 0,4	0,4 - 0,45
čisté a mokré (voda)	0,1	0,35	0,35	0,35 - 0,4
mokré a znečistené (íl alebo hĺna)	0,05 - 0,1	0,25 - 0,3	0,2	0,35

5.2 Obmedzenie prevysu pásu

Najmenšia ťahová sila, F_{\min} , v pásu s ohľadom na obmedzenie prevysu medzi dvoma valčekovými stolicami sa určí zo vzťahu (14):

$$F_{\min} \geq \frac{a_0(q_E + q_G)g}{8(h/a)_{\text{adm}}} \quad [\text{N}] \quad (14)$$

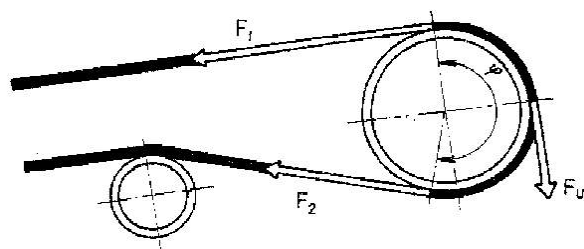
Hodnoty nižšie sa nesmú vyskytnúť v žiadnom mieste dopravníka. Najväčší dovolený prevys pásu $(h/a)_{\text{adm}}$ je všeobecne v rozmedzí medzi 0,005 až 0,02.

5.3 Zmena ťahových síl a najväčšia ťahová sila v pásu

Potrebná ťahová sila a jej zmena po dĺžke dopravníka môže byť určená pre každý prípad zaťaženia ako funkcia počtu, usporiadaní a charakteristík poháňacích a brzdných zariadení a podľa druhu a umiestnenia napínacích zariadení z najmenšieho ťahu v pásu príslušným pripočítaním alebo odpočítaním odporov proti pohybu, síl vyvolaných hmotnosťou dopravného pásu a dopravovaného nákladu a obvodových síl pôsobiacich na všetkých poháňacích bubnoch.

Najmenšia potrebná ťahová sila je daná schopnosťou prenosu obvodovej sily na poháňacom bubne alebo dovoleným prevysom pásu. Najväčšia hodnota z takto stanovenej potrebnej ťahovej sily pre daný prípad zaťaženia sa všeobecne udržiava pre všetky ostatné prípady zaťaženia, i keď nie je potrebné, pretože normálne nie je účelné ani praktické používať rôzne napínacie sily pre rôzne prípady zaťaženia.

Najväčšia ťahová sila v pásu F_{\max} /vid'. obr. 2/, použitá pre voľbu a dimenzovanie pásu môže byť určená zo vzťahu, ktorý je univerzálne platný.



Obr.2 Ťahové sily pôsobiace v dopravnom pásu
Fig.2 Strain forces effect in conveyor belt

Je to možné iba v jednoduchých prípadoch, ktoré sa vyskytujú relatívne často, t.j.

- v prípade vodorovnej dopravy alebo s malým sklonom, použitie jedného poháňacieho bubna,
- pri malých brzdných silách potrebných pre zastavenie dopravníka,
- ak nie je minimálny požadovaný ťah v pásu určený žiadnymi inými konštrukčnými alebo prevádzkovými podmienkami /napr. prevysom pásu.

Najväčšiu ťahovú silu v pásu môžeme približne vypočítať podľa nasledujúceho vzťahu:

$$F_{\max} = F_1 = F_U \xi \left(\frac{1}{e^{\mu\phi} - 1} + 1 \right) \quad [\text{N}] \quad (15)$$

Súčiniteľ ξ zahrňuje skutočnosť, že obvodová sila je pri rozbehu zariadenia väčšia, než pri ustálenom chode. Podľa charakteristík pohonu leží hodnota súčiniteľa ξ medzi 1,3 a 2.

Vo všetkých zložitých prípadoch musia byť zmeny ťahových síl v pásu starostlivo vypočítané odborníkom.

Tento článok je časťou riešeného grantového projektu č.1/8074/0199 – Projektovanie a simulácia ekologických dopravných systémov a prvkov dopravných zariadení.

Literatúra

ŠTROFFEK, E., BOROŠKA, J., PINKA, J., HIKLOVÁ, J., MARASOVÁ, D., MIKULICA, P. a MIKUŠEK, F.:
Dopravné pásy v priemysle. Monografia, Vydavateľstvo Štroffek, Košice, 1995, s.202.
ISO 5048 - Pásovité dopravníky. Základy výpočtu.