

## KONTINUÁLNÍ DOPRAVNÍ ZAŘÍZENÍ - PÁSOVÝ DOPRAVNÍK S KRYCÍM PÁSEM

### CONTINUOUS CONVEYING DEVICE - BELT CONVEYOR WITH COVER BELT

Leopold Hrabovský<sup>1</sup>

*Anotace: V příspěvku jsou uvedeny dílčí výsledky experimentálního vývoje s cílem dodání na spotřebitelský trh zcela nového typu dopravního zařízení založeného na bázi zvýšení přitlaku dopravovaného materiálu vůči povrchu nosného a tažného prvku - dopravního pásu s využitím krycího pásu. Dopravní zařízení podstatně zvyšuje ochranu životního prostředí v důsledku zamezení prašnosti vlivem uzavření materiálu mezi dva pryžové pásy, jakož i znemožnění dotyku nerostných surovin s okolním prostředím při toku materiálu.*

*Klíčová slova: svislý pásový dopravník, válečková stolice, nosný váleček.*

*Summary: The paper aims to complete development, improve quality and quantity of industrial research and experimental development to delivery to the consumer domestic and foreign market an entirely new type of transport device based on the basis of increasing the pressure of the transported material to the surface of the bearing and the towing element - conveyor belt - using cover belt. Transportation equipment significantly increase environmental protection due to avoidance of dust due to closure of the material between the two rubber belts, as well as disabling touch of mineral resources with the environment during material flow.*

*Key words: high angle belt conveyor, idler, idler roller.*

## ÚVOD

Kontinuální způsob přepravy partikulárních hmot, prostřednictvím pásových dopravníků klasické konstrukce, je omezen řadou faktorů, z nich jedním z nejvýznamnějších je úhel sklonu dopravy. Přípustný úhel sklonu pásového dopravníku běžné konstrukce nemůže být větší než cca 18 až 20 deg u dovrchní dopravy a cca 13 až 15 deg u dopravy úpadní. Omezujícím faktorem přípustného úhlu sklonu je především součinitel tření ve stykové ploše, tzn. povrchu tažného elementu, dopravního pásu s dopravovaným materiálem.

Různá průmyslová odvětví kladou požadavek za zvýšení mezního úhlu sklonu dopravy pásovými dopravníky s hladkým povrchem tažného prvku a to až na 90 deg. Zvýšení přípustného úhlu sklonu dopravy je možno realizovat využitím jednoho ze tří současně známých principů (případně jejich kombinací), (1):

- zvýšení součinitele tření mezi dopravním pásem a dopravovaným materiálem (např. zdrsněný nosný povrch dopravního pásu, dopravní pásy drážkované, rýhované apod.),
- konstrukční úprava povrchu dopravního pásu tak, aby bylo zamezeno relativnímu pohybu

<sup>1</sup> doc. Ing. Leopold Hrabovský, Ph.D., Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, Ústav dopravních a procesních zařízení, 17. listopadu 15/2172, 708 33, Ostrava - Poruba, Tel.: +420 597 323 185, Fax: +420 596 916 490, E-mail: [leopold.hrabovsky@vsb.cz](mailto:leopold.hrabovsky@vsb.cz)

dopravovaných materiálových zrn (u dovrchní dopravy proti směru, u úpadní dopravy ve směru, pohybu dopravního pásu),

- c) zvýšení přítlaku dopravovaného materiálu vůči nosnému povrchu dopravního pásu.

## 1. PÁSOVÝ DOPRAVNÍK S KRYCÍM (PŘÍTLAČNÝM) PÁSEM

Zvýšení mezního úhlu sklonu pásového dopravníku běžné konstrukce může být dosaženo pomocí doplňkového, tzv. krycího, dopravního pásu, který je veden paralelně s větví nosného dopravního pásu (2). Krycí dopravní pás vytváří vlastní tíhou nezbytný přítlak na materiál, čímž zvyšuje jeho přilnavost a soudržnost vůči nosnému dopravnímu pásu.

V závislosti na druhu zvoleného dopravního pásu a použitých přítlačných zařízeních jsou pak tyto pásové dopravníky schopny dopravovat sypkou hmotu při úhlech sklonu značně převyšujících mezní úhly dopravy ve srovnání s pásovými dopravníky klasické konstrukce.

Předností pásových dopravníků s krycím pásem je možnost dopravy sypkého materiálu pod úhly sklonu do 90 deg, vysoká dopravní rychlost, nezávislost dopravního výkonu na úhlu sklonu dopravy a možnost hermetického dopravování sypkých materiálů, což má specifický význam při transportu prašných a toxických materiálů.

Nedostatkem pásových dopravníků s krycím pásem je mnohdy vyšší konstrukční složitost, zvýšené opotřebení dopravních pásů a vyšší spotřeba energie ve srovnání s pásovými dopravníky klasické konstrukce.



Zdroj: Autor

Obr. 1 - Prototyp pásového svislého pásového dopravníku s krycím pásem

Nehledě na uvedené nedostatky se v naší zemi i v zahraničí projevuje značný zájem o praktické využití a vytváření nových konstrukcí pásových dopravníků s krycím pásem.

Nezbytného nárůstu normálového tlaku sypké hmoty vůči pracovnímu povrchu dopravního pásu v nosné větví pásového dopravníku je dosaženo přítlačnými elementy. Jako přítlačných elementů bývá využíváno speciálních pásů, které jsou tvořeny řetězy s články kruhových nebo eliptických tvarů v podélném průřezu článku, případně běžných pryžových dopravních pásů, přítlačovaných řadou pohyblivě uchycených přítlačných válečků, umístěných v dané vzdálenosti, a také pomocí pneumatických a magnetických zařízení.

Přítlačná zařízení, dopravních pásů pásových dopravníků s krycím pásem, tvořena článkovými řetězy jsou vhodná k dopravě sypkých hmot větších zrnitostí. Přítlačná zařízení tvořena běžnými pryžovými dopravními pásy jsou vhodná pro tříděné, jemnozrné sypké hmoty, které bývají na dopravní pás loženy v rovnoměrné vrstvě.

Konstrukce pásových dopravníků s krycími pásy jsou založeny na rozdílných způsobech zvýšení normálového tření dopravované sypké hmoty vůči nosnému dopravnímu

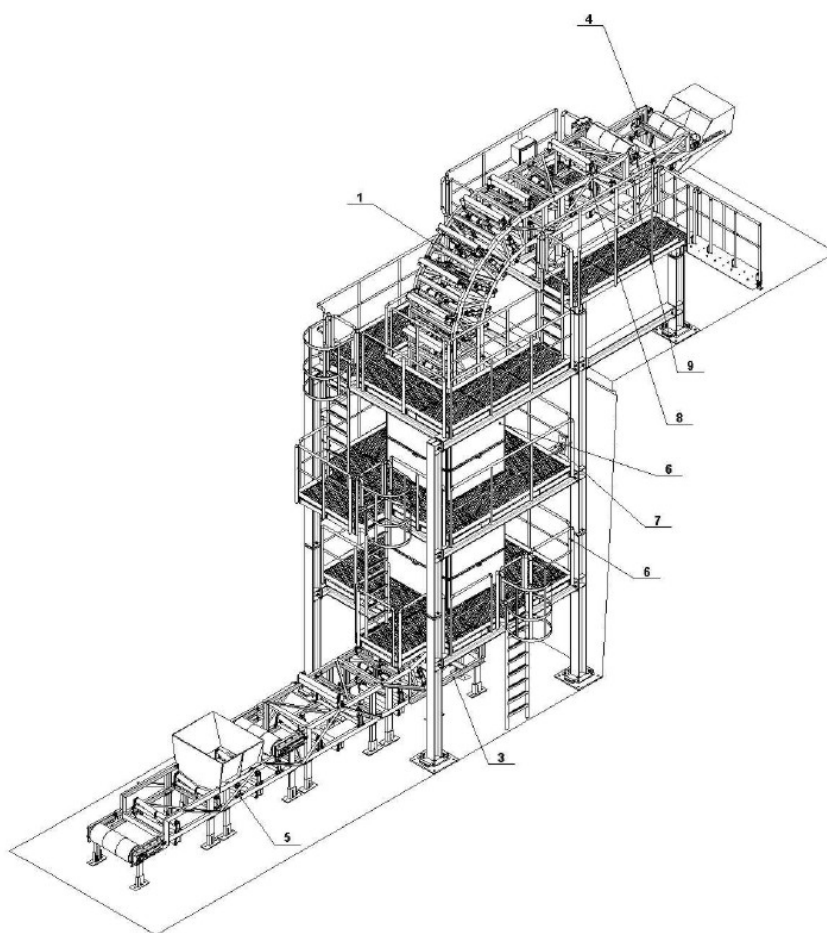
pásu. Principy zvýšení tření jsou založeny na:

- hmotnosti krycího dopravního pásu,
- vyvozením vnějších přitlačných sil pomocí odpružených válečků,
- elastických vaků naplněných vzduchem,
- magnetických sil při dopravě feromagnetických, jako i nemagnetických, materiálů.

### 1.1 Svislý pásový dopravník s krycím dopravním pásem

V rámci řešení Veřejné soutěže ve výzkumu, vývoji a inovacích vyhlášené (v roce 2011, program ALFA - 2. výzva) Technologickou agenturou České republiky (dále jen TAČR) byl v letech 2012 až 2014 řešen projekt s názvem „Vývoj nového typu kontinuálního dopravního zařízení, pásového dopravníku s krycím pásem, s ohledem na ochranu životního prostředí a snížení provozních nákladů“.

V průběhu řešení byl za finanční podpory TAČR realizován prototyp pásového svislého pásového dopravníku s krycím pásem, viz obr. 1.



Zdroj: Autor

Obr. 2 - Svislý pásový dopravník s krycím pásem - 3D model vytvořený v prostředí Solid Works

Realizovaný prototyp svislého pásového dopravníku s krycím pásem sestává z ocelové konstrukce dopravní tratě, tvořené třemi úseky. Dva z těchto úseků dopravní tratě jsou úseky horizontální, viz obr. 2. Prvním z těchto úseků tratě je část, kde je přiváděn dopravovaný materiál na dopravní pás do prostoru násypky a druhým úsekem tratě je vodorovná část, ve

keré dopravovaný materiál přepadá přes koncový, poháněcí buben a po vrhové parabole je směřován do výsypky. Třetí úsek ocelové konstrukce dopravní tratě je úsekem vertikálním, v této části ocelové konstrukce svislého pásového dopravníku s krycím pásem jsou realizovány přechodové oblouky, které umožňují vést oba dopravní pásy (nosný i krycí) mezi válečkovými stolicemi, tvořenými nosnými válečky, tak, aby nosný i krycí dopravní pás nebyly nadměrně namáhány, neboť u korýtkových pásů dochází v přechodových obloucích k přidavným protažením pásu tak, že v konvexním oblouku korýtkového pásu vzniká přidavné protažení okrajů pásu a zkrácení ve střední části pásu. V konkávním oblouku vzniká přidavné prodloužení ve střední části pásu a zkrácení okrajů pásu.

Opouští-li dopravovaný materiál, který je unášen vlivem třecích sil nosným pásem, část horizontálního úseku a vstupuje-li do prostoru přechodového oblouku, aby mohl být následně veden svislou částí dopravní trasy dopravníku je nutno, za účelem zamezení zpětnému pohybu dopravované sypké hmoty proti směru pohybu dopravních pásů (nosného a krycího), sevřít dopravnou hmotu mezi tyto dopravní pásy, čímž je realizováno zvýšení přítlaku dopravované hmoty vůči nosným povrchům dopravních pásů. Dpravovaný materiál je tak veden, a unášen dopravními pásy, ve svislém úseku dopravní trasy v uzavřené šterbině (při zajištění zamezení přepadu zrn přes okraje pásů) a působící třecí síly dopravované hmoty na obou nosných površích dopravních pásů dosahují hodnoty vyšší než je tíha dopravované hmoty.



Zdroj: Autor

Obr. 3 - Válečková stolice přítlačné větve krycího pásového dopravníku

Zvýšení přítlaku dopravované sypké hmoty vůči nosnému povrchu dopravního pásu bývá u strmé dopravy (tj., kdy úhel sklonu dopravníku převyšuje dovolený, mezní úhel sklonu dopravy pásovými dopravníky klasické konstrukce) realizováno optimální volbou měrné délkové hmotnosti krycího dopravního pásu, nebo přítlakem, krycího dopravního pásu, který je vyvozován přidavným zařízením, jako např. pružinový, pneumatický, atd. systém. Vratná větve je zatížena pouze měrnou délkovou hmotností dopravního prvku.

Válečková stolice přítlačné větve krycího pásového dopravníku byla navržena jako čtyřválečková, viz obr. 3. Vzhledem k volené šířce ( $B = 800$  mm) dopravního pásu krycího pásového dopravníku jsou oba krajní válečky uchyceny ve válečkové stolici nosné větve nosného pásového dopravníku (dále NPD) za svou hřídel (opatřenou na konci závitem) prostřednictvím matic.

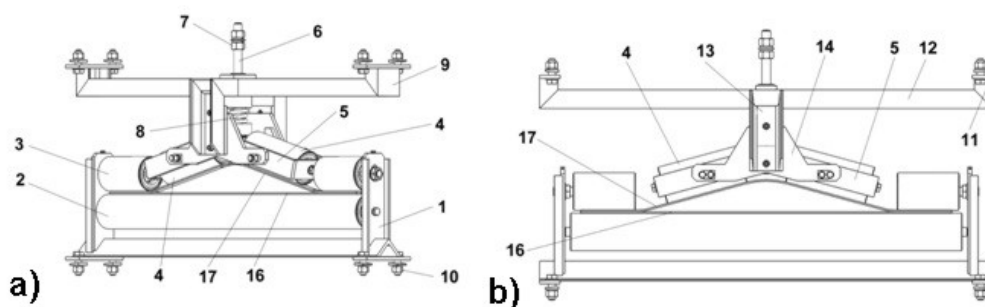
Střední válečky jsou prostřednictvím šroubů uchyceny za své konce os, opatřené otvory se závity, v rámech vahadel. Rámy vahadel těchto přítlačných válečků jsou pomocí čepů mechanicky svázány s konstrukcí přítlačného systému, který prostřednictvím vinuté válcové

pružiny vyvozuje přítlak válečků na krycí pás a tento na povrch vrchlíku dopravované hmoty, čímž je, v konečném stavu, zvyšována velikost normálové síly dopravované hmoty vůči nosnému povrchu dopravního pásu NPD.

Přírůstek velikosti normálové síly dopravované hmoty vůči nosnému povrchu NPD má za důsledek, při konstantní hodnotě součinitele tření dopravované hmoty vůči povrchu pásu, nárůst velikosti třecí síly ve stykové ploše těchto dvou vzájemně interagujících kontaktních materiálů. Zvýšení přítlaku povrchu krycího dopravního pásu (dále pouze KPD) vůči ploše povrchu vrchlíku náplně pásu NPD má opět za důsledek nárůst velikosti třecí síly ve stykové ploše těchto dvou kontaktních materiálů.

## 2. VÁLEČKOVÉ STOLICE PŘÍTLAČNÉ VĚTVE KRYCÍHO PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU

Válečková stolice pro dopravní pásy strmého pásového dopravníku, využívajícího rovného ložného profilu dopravního pásu, podle obr. 4, je tvořena rámovou konstrukcí (1), tzv. pražcem, která je vůči nosné trati pásového dopravníku, tvořené zpravidla ocelovou konstrukcí, uchycena prostřednictvím šroubových spojů (10). V rámové konstrukci (1) je uchycen hladký nosný váleček (2) horní větve nosného dopravního pásu. Osa nosného válečku (2) je po obou stranách ukončena zploštěním, případně, pro zamezení vypadnutí válečku z držáku pražce, vnějším nebo vnitřním závitem.



Zdroj: Autor

Obr. 4 - Válečková stolice přímá pro dopravní pásy strmého pásového dopravníku

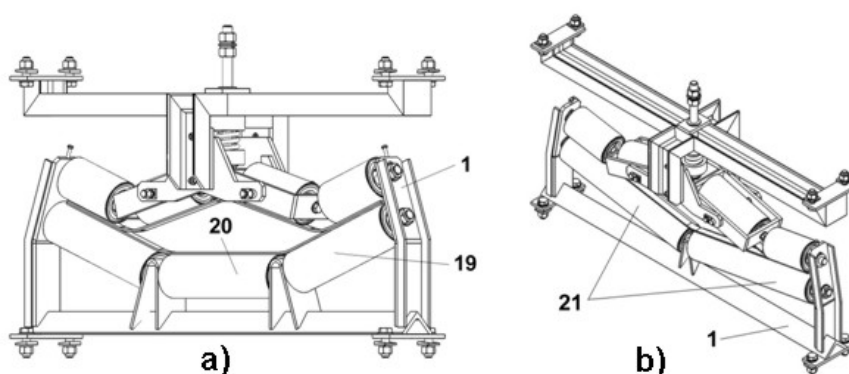
Součástí rámové konstrukce (1) jsou dva hladké nosné válečky (3), které zabezpečují přítlak okrajů krycího (17) a nosného (16) dopravního pásu a tím zamezují přepadu dopravovaných zrn přes okraj nosného pásu. Nosné válečky (3) jsou realizovány s jednostrannou osou, k pražci (1) jsou mechanicky připojeny prostřednictvím matic pomocí vnějšího závitu. V rámové konstrukci (1) je vytvořen eliptický otvor za účelem optimálního uchycení nosného válečků (3) např. při rozdílné tloušťce dopravních pásů.

Nezbytnou součástí válečkové stolice pro dopravní pásy strmého pásového dopravníku je horní rámová konstrukce (9), která je vůči trati pásového dopravníku připojena prostřednictvím šroubových spojů. Horní rámová konstrukce (9) je tvořena, viz obr. 4, podélníkem (12), na jehož obou koncích jsou připojovací konzoly (11) a dvěma středovými profily (13). Vůči středovým profilům (13) jsou mechanicky, pomocí šroubových spojů, uchyceny posuvně, ve vertikálním směru, držáky (14) vahadel (5). Účelem držáků (14) a vahadel (5) je docílit optimální dotyk nosných válečků (4) vůči povrchu krycího pásu (17) při

rozdílném plnění nosného (16) dopravního pásu dopravovaným materiálem. Rozdílné plnění nosného dopravního pásu dopravovaným materiálem způsobuje změnu průřezu náplně pásu.

Změna průřezu náplně pásu má zásadní vliv na rozložení materiálů v příčném průřezu dopravníku, neboť dochází ke změně využitelné šířky pásu (tj. ložné šířky pásu) a výšky kulového vrchlíku náplně pásu. Při rozdílném průřezu náplně pásu je přítlak a optimální dotyk nosných válečků (4) vůči povrchu krycího pásu (17) zabezpečen pomocí mechanismu, jehož součástí je vinutá válcová pružina (8) a šroub (6) s maticí (7).

Princip činnosti pružinového mechanismu znázorňuje obr. 8. Při změně výšky kulového vrchlíku náplně pásu dochází k vertikálnímu posunu šroubu (6). Styk nosných válečků (4) s krycím pásem (17) je zabezpečen jejich uložením ve vahadlech (5). Vahadla (5) jsou uložena otočně na čepu, který je mechanicky svázán s držákem (14). Vertikální posun držáků (14) zajišťuje vinutá tlačná pružina (8), která je uložena za dva držáky miskovitěho tvaru (15). Spodní držák miskovitěho tvaru (15) je proti vysunutí ze šroubu (6) zajištěn maticí (7). Maximální výšku vertikálního posunu držáků (14) s osazenými vahadly (5) je možno nastavit pomocí horní matice (7) šroubu (6), která se v mezní poloze stýká s dorazem (18), připojeným k horní ploše podélníku (12) horní rámové konstrukce (9).



Zdroj: Autor

Obr. 5 - Válečková stolice korýtková pro dopravní pásy strmého pásového dopravníku

Válečková stolice pro dopravní pásy strmého pásového dopravníku, využívajícího korýtkového profilu dopravního pásu, podle obr. 5, je tvořena rámovou konstrukcí (1), tzv. pražcem, která je vůči nosné trati pásového dopravníku uchycena prostřednictvím šroubových spojů. V rámové konstrukci (1) jsou uchyceny boční nosné válečky (19) a střední váleček (20) horní větve nosného dopravního pásu. Osy nosných válečků (19), (20) jsou po obou stranách ukončeny zploštěním, případně, pro zamezení vypadnutí válečků z držáku pražce, vnějším nebo vnitřním závitem.

Válečková stolice pro dopravní pásy strmého pásového dopravníku, využívajícího korýtkového profilu dopravního pásu, podle obr. 5, je tvořena rámovou konstrukcí (1), tzv. pražcem, která je vůči nosné trati pásového dopravníku uchycena prostřednictvím šroubových spojů. V rámové konstrukci (1) jsou uchyceny nosné válečky (21) horní větve nosného dopravního pásu. Osy nosných válečků (21) jsou po obou stranách ukončeny zploštěním, případně, pro zamezení vypadnutí válečků z držáku pražce, vnějším nebo vnitřním závitem.

## 2.1 Návrh příčného průřezu materiálové vrstvy

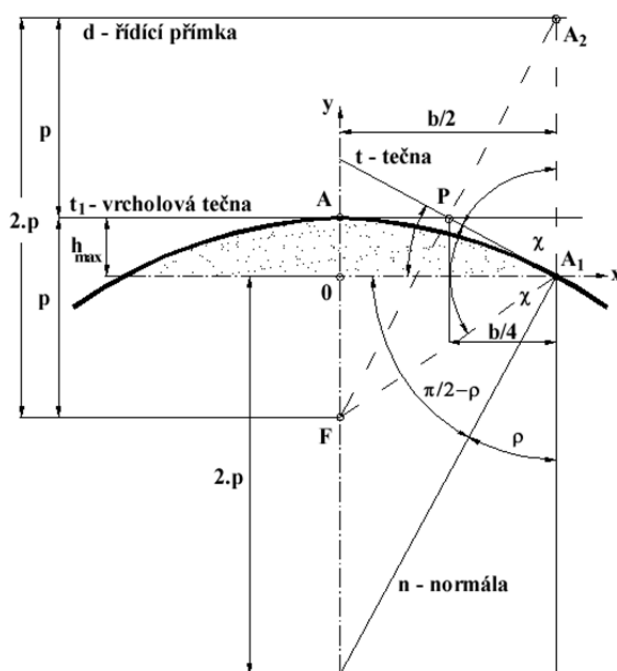
Plocha průřezu náplně dopravníku  $S$  [ $m^2$ ] závisí na, blíže viz (3):

- průmětu  $b_1$  [m], vztah (2), využití ložné šířky dopravního pásu  $b$  [m], vztah (1), do vodorovné roviny, která je funkcí šířky pásu  $B$  [m].

$$b = 0,9 \cdot B - 0,05 \text{ [m]} \quad (1)$$

$$b_1 = b \cdot \cos(\lambda) + l_s \cdot [1 - \cos(\lambda)] \text{ [m]} \quad (2)$$

- tvaru korýtky, tj. počtu a délkových rozměrech podpěrných válečků (délece středního  $l_s$  [m] válečku) a jejich uspořádání (úhlu sklonu bočních válečků  $\lambda$  [deg]).
- tvaru vrchlíku průřezu náplně pásu, omezeným křivkou parabolického tvaru, charakterizovanou dynamickým sypným úhlem dopravované partikulární hmoty  $\psi_{\text{dyn}}$  [deg].



Zdroj: Autor

Obr. 6 - Vrchlík průřezu náplně pásu, omezený křivkou parabolického tvaru, charakterizovanou dynamickým sypným úhlem dopravované partikulární hmoty

Dle obr. 6 lze předpokládat, že vzdálenost bodu „A<sub>1</sub>“ od počátku voleného souřadného systému je polovinou průmětu skutečné využití ložné šířky ( $b_1$  [m], viz vztah (2)) dopravního pásu do vodorovné roviny  $b_1/2$  [m] nosného pásového dopravníku (dále jen NPD). Cílem je vyjádřit tvar, parametr „ $p$ “ a výšku  $h_{\text{max}}$  [m] paraboly, která odpovídá tvaru vrchlíku náplně pásu.

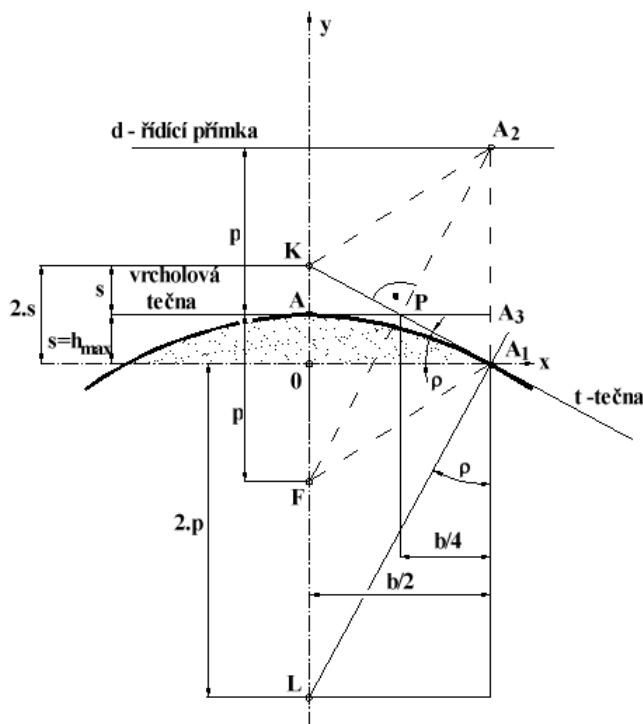
Z konstruktivní geometrie je známo, že pokud vyneseme tečnu „ $t$ “ k parabole, viz obr. 6, a v místě průsečíku paraboly s tečnou (dáno bodem „A<sub>1</sub>“) vedeme kolnici na osu paraboly „ $y$ “, je vzdálenost průsečíku kolmice s osou paraboly dána velikostí parametru „ $2 \cdot p$ “.

$$\text{Z obr. 7 je patrné, že } \operatorname{tg}(\psi_d) = \frac{b_1/2}{2 \cdot p} = \frac{b_1}{4 \cdot p} \Rightarrow p = \frac{b_1}{4 \cdot \operatorname{tg}(\psi_d)} \text{ [m]} \quad (3)$$

Z konstruktivní geometrie je rovněž známo, že kolmá vzdálenost řídicí přímky „ $d$ “ od vrcholu paraboly „ $A$ “ je dána velikostí parametru paraboly „ $p$ “, jakož i kolmá vzdálenost ohniska „ $F$ “ od vrcholu paraboly „ $A$ “ je rovněž dána velikostí parametru paraboly „ $p$ “.

Výšku paraboly „ $h_{\text{max}}$ “ je možno vyjádřit na základě obr. 7. Označíme průsečík tečny

„t“ paraboly s osou paraboly (y-ová osa) jako bod „K“. Označíme bodem „0“ patu kolmice spuštěné z „A<sub>1</sub>“ na osu. Bod „L“ je průsečík normály sestrojené v bodě „A<sub>1</sub>“ s osou. Úsečka „OK“ se nazývá subtangenta „2. s“, úsečka „OL“ subnormála.



Zdroj: Autor

Obr. 7 - Parabolická plocha tvořená rozložením sypké hmoty na povrchu dopravního pásu

Z konstruktivní geometrie platí, že subtangenta je půlena vrcholem, neboť platí, že ve čtyřúhelníku „KFA<sub>1</sub>A<sub>2</sub>“ jsou úhlopříčky „KA<sub>1</sub>“ a „FA<sub>2</sub>“ k sobě kolmé, úhlopříčka „KA<sub>1</sub>“ půlí úhlopříčku „FA<sub>2</sub>“ a strany „A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>“ a „KF“ jsou rovnoběžné. Je tedy „KFA<sub>1</sub>A<sub>2</sub>“ buď kosočtverec nebo čtverec. Odtud plyne, že „KP“ je rovno „PA<sub>1</sub>“ a proto platí že „PA“ je rovnoběžné s „A<sub>1</sub>O“ a současně že „KA“ je rovno „A<sub>0</sub>“. Z obr. 7, že „AP“ = „PA<sub>3</sub>“ a také:

$$\operatorname{tg}(\psi_d) = \frac{2 \cdot h_{\max}}{\frac{b_1}{2}} = \frac{4 \cdot h_{\max}}{b_1} \Rightarrow h_{\max} = \frac{b_1}{4} \cdot \operatorname{tg}(\psi_d) \text{ [m]} \quad (4)$$

Dosadíme-li do rovnice paraboly, jež je popsána vztahem (5).

$$x^2 = -2 \cdot p \cdot y - h_{\max} \text{ [m]} \quad (5)$$

za parametr „p“ výraz dle vztahu (3) a za výšku paraboly  $h_{\max}$  [m] výraz dle vztahu (4), můžeme rovnici paraboly vyjádřit po úpravě ve tvaru:

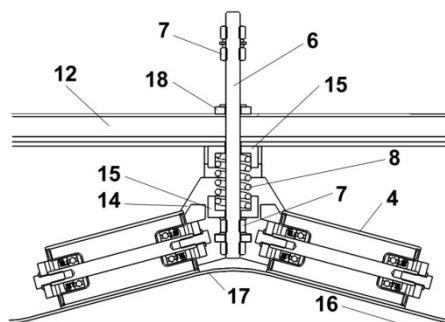
$$\begin{aligned} y &= \frac{-1}{2 \cdot p} \cdot x^2 + h_{\max} = \frac{-4 \cdot \operatorname{tg}(\psi_d)}{2 \cdot b_1} \cdot x^2 + \frac{b_1}{4} \cdot \operatorname{tg}(\psi_d) = \operatorname{tg}(\psi_d) \cdot \left( \frac{b_1}{4} - \frac{2}{b_1} \right) = \\ &= \operatorname{tg}(\psi_d) \cdot \frac{b_1^2 - 8}{4 \cdot b_1} \text{ [m]} \end{aligned} \quad (6)$$

## 2.2 Návrh pružinového mechanismu přítlačné válečkové stolice

Aby nedocházelo k zpětnému pohybu dopravované sypké hmoty [relativní pohyb vůči nosnému (dále jen NDP) a krycímu (dále jen KDP) dopravnímu pásu, vlivem její vlastní tíhy],



vedené ve štěrbině tvořené NDP a KDP, je nutno sypkou sevřít přítlačnou silou, kterou vyvozuje tlačná vinutá pružina, která je součástí přítlačného mechanismu válečkové stolice, viz obr. 8 a obr. 9.



Zdroj: Autor

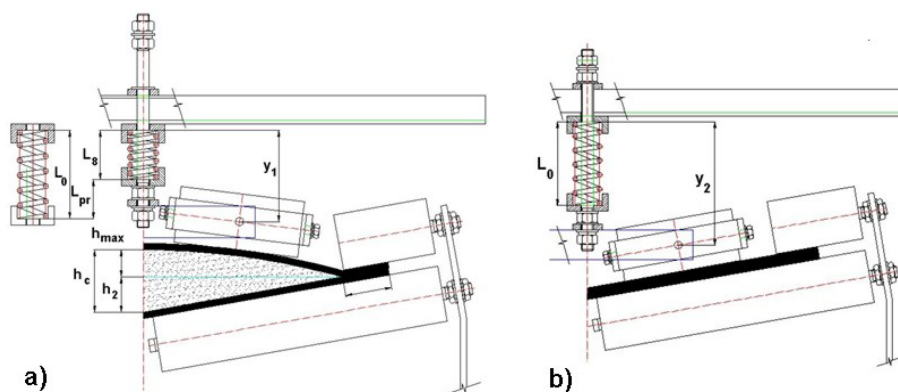
Obr. 8 - Přítlačný mechanismus krycího pásu realizovaný tlačnou válcovou pružinou v řezu

Hodnota výšky paraboly  $h_{\max}$  [m], viz vztah (4), obr. 6, obr. 7 a obr. 9, je jednou z požadovaných hodnot pro návrh potřebné délky  $L_{pr}$  [m] stlačení, viz obr. 9, tlačné vinuté pružiny. Druhou hodnotou je výška průřezu spodní náplně pásu [toto platí pouze u korýtkové podpěrné stolice (dvou nebo tříválečkové) NDP].

Výšku průřezu spodní náplně pásu  $h_2$  [m], viz obr. 9, u korýtkové podpěrné stolice, je možno vyjádřit dle vztahu (7).

$$h_2 = b_2 \cdot \operatorname{tg}(\lambda) \text{ [m]} \quad (7)$$

$$\text{kde } b_2 = \frac{b_1}{2} - \frac{l_s}{2} = \frac{b_1 - l_s}{2} \text{ [m]},$$



Zdroj: Autor

Obr. 9 - Přítlačný mechanismus realizovaný válcovou pružinou

Výška  $h_c$  [m] (viz obr. 9, a) je definována maximální možnou výškou vrstvy dopravované sypké hmoty, v příčném průřezu štěrbině tvořené oběma dopravními pásy, sevřené mezi NDP a KDP je možno vyjádřit dle (8).

$$h_c = h_{\max} + h_2 = \frac{b_1}{4} \cdot \operatorname{tg}(\psi_d) + \frac{b_1 - l_s}{2} \cdot \operatorname{tg}(\lambda) \text{ [m]} \quad (8)$$

Jsou-li boční přítlačné válečky uchyceny ve vahadlech (blíž viz kap. 2), jejichž čepy jsou při maximálním zaplnění pásu dopravovaným materiálem vzdáleny o hodnotu  $y_1$  [m] od počátku tlačné vinuté pružiny, viz obr. 9, a tyto čepy jsou při nulovém zaplnění pásu

dopravovaným materiálem vzdáleny o hodnotu  $y_2$  [m] pak je maximální deformaci (stlačení) tlačné vinuté pružiny možno popsat vztahem  $L_{pr} = y_2 - y_1$  [m].

Potřebnou tuhost pružiny; která zajistí potřebný přítlak dopravované sypké hmoty a tím zamezení zpětnému pohybu dopravovaných zrn proti směru pohybu nosného i krycího dopravního pásu; je nutno stanovit individuálně pro:

- daný úhel sklonu dopravní trasy pásového dopravníku,
- danou sypkou hmotu - definovanou sypnou hmotností,
- typ válečkové podpěry,
- využitou ložnou šířku dopravního pásu.

Zohledníme-li výše uvedené parametry, pak požadována tuhost pružiny zajistí, že unášená zrna partikulární hmoty se nebudou pohybovat proti směrům pohybů obou, synchronní rychlostí se pohybujícím, dopravních pásů, které vytvářejí uzavřenou dopravní šterbinu. Tuhost pružiny vyvíjí konstantní přítlak na KDP, který přitlačuje vrstvu sypké hmoty vůči pracovnímu povrchu NDP. Třecí síly materiálových zrn vůči oběma povrchům dopravních pásů nabývají vyšší hodnoty než složky třecích sil vyvolaných horizontálními Jansenovými silami.

## ZÁVĚR

V příspěvku jsou popisovány vybrané aspekty, které je nutno zohlednit, pro umožnění dopravy partikulárních hmot speciální konstrukcí strmého pásového dopravníku, který využívá k zamezení zpětného pohybu zrn vůči nosnému tažnému prvku doplňkový dopravní pás. Funkční vlastnosti svislého dopravníku s korýtkovou válečkovou stolicí byly ověřovány v rámci řešení projektu TAČR. Nosná větev dopravníku je opatřena 2-válečkovou podpěrou o šířce pásu 0,8 m. Doplňkový (krycí) pás je za účelem požadovaného zvýšení přítlaku přitlačován pružinovou podpěrnou stolicí (viz kap. 2) vůči povrchu dopravované hmoty.

V kap. 2.1 je popsán způsob určení potřebné délky vinuté tlačné pružiny, v kap. 2.2 její nezbytná tuhost k tomu, aby se materiálová zrna unášela vlivem třecích sil vertikálně vzhůru v uzavřené dopravní šterbině vytvořené překrytím dvou nekonečných smyček pryžových dopravních pásů.

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) HRABOVSKÝ, L. *Pásové dopravníky převyšující mezní úhel sklonu dopravy*. Ostrava: Ediční středisko VŠB-TUO, 2005. 127 s. ISBN 80-248-0779-3.
- (2) HRABOVSKÝ, L. *Strmá a svislá doprava pásovými dopravníky I*. Ostrava: Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 2004. 110 s. ISBN 80-248-0524-3.
- (3) HRABOVSKÝ, L. *Strmá a svislá doprava pásovými dopravníky II*. Ostrava: Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 2004. 136 s. ISBN 80-248-0625-8.