

Ing. Josef D r o b n ý , VÚHU,
Ing. Oldřich K l i m e c k ý , VÚHU:

Urychlení materiálu na přesypu – matematický rozbor

Ú v o d

Materiál na přesypu, v důsledku prostorové změny směru toku a polohy místa dopadu, zpravidla nedosáhne ihned rychlosti následujícího dopravníku v_2 , ale na tuto rychlost se urychluje z počáteční rychlosti v_1 . Velikost rozdílu rychlosti $\Delta v = v_2 - v_1$ může dosáhnout v mezních případech až hodnot $\Delta v \geq v_2$ na příklad pro $v_1 \leq 0$. V průběhu procesu urychlování vznikají energetické ztráty vlastním urychlováním materiálu, třením mezi pásem a materiálem, třením materiálu o stěny násypky, bočnice, které nelze při výpočtu pásového dopravníku zanedbat. V případě malých počátečních rychlostí materiálu v_1 nebo dovrchní dopravě, nemusí k urychlení dojít vůbec, resp. na značné délce dopravníku, se všemi negativními důsledky, tj. závaly na přesypu, přepadávání materiálu na vlastní trati, neuklidnění toku, zvýšené opotřebení pásu, poškozování prvků dopravníků aj.

V dalším bude proveden rozbor tohoto problému a vyvozeny závěry pro konstrukční řešení spodní části přesypu, odstraňující výše uvedené nedostatky.

Odvození obecné diferenciální rovnice urychlení materiálu

Použité označení:

v /m/s/	- rychlost materiálu v obecném místě
v_D /m/s/	- rychlost dopadu materiálu na pás
v_1 /m/s/	- počáteční rychlost materiálu
v_2 /m/s/	- konečná rychlost materiálu po urychlení, resp. jmenovitá rychlost pásového dopravníku
v_0 /m/s/	- rychlost materiálu na pásovém dopravníku, při které je $h = 0$
a /m/s ² /	- zrychlení materiálu v obecném místě
g /m/s ² /	- gravitační zrychlení
s /m/	- dráha potřebná k urychlení materiálu z v_1 na v
l /m ³ /s/	- dopravované objemové množství za sekundu
Q /m ³ /h/	- dopravované objemové množství za hodinu

Q_t /Mp/h/	- dopravované váhové množství za hodinu
γ /Mp/m ³ /	- sypná váha dopravovaného materiálu
F /m ² /	- průřez náplně na pásu
F_1 /m ² /	- průřez parabolického vrchlíku náplně na pásu
F_2 /m ² /	- průřez spodní náplně na pásu
B /mm/	- šířka pásu
b /mm/	- ložná šířka pásu
b_1 /mm/	- svislý průmět ložné šířky pásu
l /mm/	- délka středního válečku na stoličce
β °/	- sklon bočních válečků horní stoličky
φ °/	- sypný úhel dopravovaného materiálu
α_0 °/	- úhel dopadu materiálu na pás
p_x /kp/m ² /	- měrný tlak materiálu ve směru horizontálním
p_y /kp/m ² /	- měrný tlak materiálu ve směru vertikálním
f_1	- koeficient tření mezi pásem a materiálem
f_2	- koeficient tření mezi materiálem a stěnami násypky
r /m/	- poloměr křivosti křivky $y = f/x$.

Na sloupec materiálu o okamžité výšce $h = f/v$, šířce b_1 , délce ds v obecné poloze na křivce $y = f/x$, dané úhlem φ , působí ve směru tečny t síly (viz obr. 1):

$dG \cdot \sin \varphi$ - složka váhy

$dW_1 = f_1 \cdot dN_1 = f_1/dG \cos \varphi + dO$ - třecí síla způsobená váhou a odstředivou silou

$dW_2 = f_2 \cdot dN_2$ - třecí síla způsobená třením o stěny násypky

$a \cdot dm$ - setrvačná síla /D'Alembertova/.

Pro jednotlivé síly a veličiny za předpokladu platnosti rovnice kontinuity

$$1/ \quad l = F \cdot v_2 = \frac{Q}{3600} = \frac{Q_t}{3,6 \cdot \gamma} = \text{konst.}$$

a platnosti Rankinovy teorie o tlaku v sypkých materiálech

$$2/ \quad p_x = k \cdot p_y$$

$$\text{kde: } k = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}$$

můžeme psát následující vztahy.

Hmota:

$$/3/ \quad dm = \frac{dG}{g} = \frac{1 \cdot \gamma}{v \cdot g} \cdot ds$$

Váha:

$$/4/ \quad dG = g \cdot dm = \frac{1 \cdot \gamma}{v} \cdot ds$$

Odstředivá síla:

$$/5/ \quad dO = \frac{v^2}{r} \cdot dm$$

Normálová síla působící na stěny násypky:

$$/6/ \quad dN_2 = 2 \cdot \frac{dN_2}{2} = \gamma \cdot h^2 \cdot k \cdot ds = g \cdot k \cdot v \cdot \frac{h^2}{1} \cdot dm$$

Vyjádříme $h = f/v$. Pak dle obr. 2 platí:

$$b = 0,9 \cdot B = 50$$

$$b_1 = b \cdot \cos \beta + 1 \cdot /1 - \cos \beta/$$

Položíme-li:

$$\eta = \frac{1}{b_1}, \text{ dostáváme:}$$

$$b_1 = b \cdot \frac{\cos \beta}{1 - /1 - \cos \beta/}$$

$$F = F_1 + F_2 = 0,167 \cdot \operatorname{tg} \rho \cdot b_1^2 + 0,25 \cdot b_1^2 - 1^2 \cdot \operatorname{tg} \beta = \\ = [0,167 \cdot \operatorname{tg} \rho + 0,25 \cdot /1 - \eta^2/ \cdot \operatorname{tg} \beta] \cdot b_1^2 = \mathcal{K} \cdot b_1^2$$

$$\text{kde: } \mathcal{K} = 0,167 \cdot \operatorname{tg} \rho + 0,25 \cdot /1 - \eta^2/ \cdot \operatorname{tg} \beta$$

Z rovnice kontinuity /1/ dále plyne:

$$F_c = F + b_1 \cdot h = \frac{1}{v} = F \cdot \frac{v_2}{v} = \mathcal{K} \cdot b_1^2 \cdot \frac{v_2}{v}$$

Vyjádříme $h = f/v$ ve tvaru:

$$/7/ \quad h = \frac{1}{b_1} \cdot / \frac{1}{v} - \mathcal{K} \cdot b_1^2 / = \mathcal{K} \cdot b_1 / \frac{v_2}{v} - 1/$$

V dalších úvahách budeme předpokládat vždy $v \neq 0$; dosazením za h^2 do rovnice /6/ dostaneme:

$$/8/ \quad dN_2 = g \cdot k \cdot / \frac{1}{b_1^2} - 2 \mathcal{K} v + \frac{\mathcal{K}^2 \cdot b_1^2 \cdot v^2}{1} / \cdot \frac{1}{v} \cdot dm = \\ = g \cdot k \cdot / A_1 - 2 \mathcal{K} \cdot v + \frac{\mathcal{K}^2}{A_1} \cdot v^2 / \cdot \frac{1}{v} \cdot dm$$

$$\text{kde: } A_1 = \frac{1}{b_1^2} = \mathcal{K} \cdot v_2$$

Zrychlení:

$$/9/ \quad a = \frac{dv^2}{2 \cdot ds} = v \cdot \frac{dv}{ds} = \frac{v}{\sqrt{1+y'^2}} \cdot \frac{dv}{dx}$$

$$\text{kde: } ds = \sqrt{1+y'^2} \cdot dx$$

Geometrické veličiny:

$$/10/ \quad \operatorname{tg} \varphi = y' = \frac{df/dx}{dx}$$

$$/11/ \quad \sin \varphi = \frac{dy}{ds} = \frac{y'}{\sqrt{1+y'^2}}$$

$$/12/ \quad \cos \varphi = \frac{dx}{ds} = \frac{1}{\sqrt{1+y'^2}}$$

$$/13/ \quad r = \frac{(1+y'^2)^{3/2}}{y''}$$

Ve směru tečny /t/ ke křivce $y = f(x)$ můžeme psát základní dynamickou pohybovou rovnici ve tvaru:

$$/14/ \quad a \cdot dm = dW_1 - dW_2 + dG \cdot \sin \varphi$$

Z této rovnice plyne, že chceme-li vůbec na přesypu materiál urychlit, musí platit $a \cdot dm > 0$ tj. podmínka:

$$/15/ \quad dW_1 > dW_2 + dG \cdot \sin \varphi$$

Předpokládejme, že podmínka /15/ je vždy splněna a pak úpravou včetně dosazení vztahů /3/ ÷ /13/ do rovnice /14/ dostaneme:

$$/16/ \quad v \cdot \frac{dv}{ds} = f_1 \cdot \frac{v^2}{r} + g \cdot \cos \varphi - f_2 \cdot g \cdot k \cdot \frac{1}{A_1} - 2K \cdot v + \frac{K^2}{A_1} \cdot v^2 \cdot \frac{1}{v} - g \cdot \sin \varphi$$

Další úpravou:

$$/17/ \quad \frac{v}{\sqrt{1+y'^2}} \cdot \frac{dv}{dx} = f_1 \cdot \frac{y''}{(1+y'^2)^{3/2}} - v^2 + \frac{g}{\sqrt{1+y'^2}} - f_2 \cdot g \cdot k \cdot \frac{1}{A_1} - 2K \cdot v + \frac{K^2}{A_1} \cdot v^2 \cdot \frac{1}{v} - \frac{g \cdot y'}{\sqrt{1+y'^2}}$$

Obecnou diferenciální rovnici urychlení materiálu na přesypu po úpravě

můžeme psát v konečném tvaru:

$$/18/ \quad \frac{dv}{dx} = \frac{1}{(1+y'^2)A_1 v^2} \left\{ f_1 A_1 y'' v^3 - g A_2 k^2 (1+y'^2) v^2 + \right. \\ \left. + g A_1 (1+y'^2) [(f_1 - y') + 2A_2 k] \cdot v - g A_1^2 A_2 (1+y'^2) \right\}$$

$$\text{kde: } A_2 = f_2 \cdot k \cdot \sqrt{1+y'^2}$$

Ve speciálním případě urychlování pro $h = 0$ /tj. $dw_2 = 0$ - není uvažován odpor tření o stěny násypky/ má rovnice /18/ tvar:

$$/19/ \quad \frac{dv}{dx} = \frac{f_1 \cdot y'' \cdot v^2 + g \cdot (f_1 - y') \cdot (1+y'^2)}{(1+y'^2) \cdot v}$$

Řešení zvláštních případů na základě obecné diferenciální rovnice

Vlastní řešení rovnice /18/ pro lineární funkce $y = f/x$ vede k složitým výrazům, velmi obtížně použitelným pro kvalitativní analýzu daného problému. Např. řešení rovnice /18/ pro funkci $y = 0$ dle [1] vede k rovnici /20/:

$$/20/ \quad s = \frac{A_1}{g} \left\{ \frac{v_1 - v}{A_2 k^2} + \frac{1}{2A_2^2 k^4} [A_1 /f_1 + 2A_2 k / 18 |Q_1| + \right. \\ \left. + \frac{1}{2A_2^2 k^4} \cdot \frac{A_1 [/f_1 + 2A_2 k / 2 - 2A_2^2 k^2]}{[/f_1 + 2A_2 k / 2 - 4A_2^2 k^2]^{\frac{1}{2}}} \cdot 18 |Q_2| \right\}$$

$$\text{kde: } Q_1 = \frac{A_1 f_1 v_1 - A_2 /k v_1 - A_1 /^2}{A_1 f_1 v - A_2 /k v - A_1 /^2}$$

$$Q_2 = \frac{A_1 \left\{ \frac{1}{2} [f_1 + 4A_2 k]^{\frac{1}{2}} /v_1 - v/ - [f_1 + 2A_2 k /v_1 + v/] \right\} + 2A_2 /k^2 v_1 v + A_1^2}{A_1 \left\{ \frac{1}{2} [f_1 + 4A_2 k]^{\frac{1}{2}} /v - v/ - [f_1 + 2A_2 k /v_1 + v/] \right\} + 2A_2 /k^2 v_1 v + A_1^2 /}$$

$$\text{pro: } v \in /0, v_2/, v_1 > 0, A_1 = k v_2, A_2 = f_2 \cdot k$$

Pro funkce $y = f/x$ kvadratické resp. vyššího řádu je řešení možné pouze přibližnými metodami numerické matematiky s použitím číslicového počítače. V dalším proto provedeme řešení rovnice /19/ pro různé hodnoty $y = f/x$ (v praxi se

najčastěji vyskytující), v níž je zanedbán odpor tření o stěny násypky dW_2 .
V obr. 3 dle [1] je provedeno srovnání výsledků řešení rovnice /18/, /19/ pro $y = 0$, ze kterého plyne, že pro počáteční rychlost $v_1 \geq 2,0 \text{ m/s}$ a $v_2 = v_0 \leq 5,0 \text{ m/s}$ je možné tento odpor dW_2 zanedbat. Chyba, které se dopouštíme, nemá podstatný vliv na přesnost závěrů prováděné kvalitativní analýzy.

Poznámka: řešení je přesné pro $v \in [v_0, v_2]$, kde $v_2 > v_0$.

1/ $y = 0$ /vodorovný dopravník - viz obr. 4/

Řešením pro počáteční podmínky: $s = 0, v = v_1$

$$/21/ \quad s = \frac{v^2 - v_1^2}{2 \cdot g \cdot f_1}$$

$$/22/ \quad v = \sqrt{v_1^2 + 2 \cdot g \cdot f_1 \cdot s}$$

2/ $y = px$ /pro dopravník ve sklonu - viz obr. 5/

Řešením pro počáteční podmínky: $s = 0, v = v_1$

$$/23/ \quad s = \frac{1 + p^2 \frac{1}{2}}{2g / f_1 - p /} \cdot (v^2 - v_1^2)$$

$$/24/ \quad v = \sqrt{v_1^2 + \frac{2gs \cdot (f_1 - p)}{1 + p^2 \frac{1}{2}}}$$

3/ $y = f/x^2$ pro: $r = R = \text{konst.}$ - kružnice /viz obr. 6/

Úpravou a dosazením do rovnice /16/:

$$/25/ \quad \frac{dv^2}{ds} = 2f_1 \cdot \frac{v^2}{R} + 2g \cdot (f_1 \cdot \cos \varphi - \sin \varphi)$$

Pro: $ds = R \cdot d\varphi, f_1 = f, \varphi = \frac{\pi}{2} - \varphi$ dostaneme:

$$/26/ \quad \frac{dv^2}{d\varphi} - 2fv^2 = 2Rg \cdot (f \cdot \sin \varphi + \cos \varphi) = \frac{2Rg}{\cos \mu} \cdot \cos (\varphi - \mu)$$

kde: $f = \tan \mu, \text{ tj. } \mu = \arctg f$

Tato nehomogenní diferenciální rovnice 1. řádu je řešitelná variací kon-

stanty; řešení existuje a je jednoznačné, jak plyne ze spojitosti pravé strany. Platí:

$$\frac{dv^2}{d\varphi} - 2fv^2 = 0$$

Řešením:

$$v^2 = C \cdot e^{2f\varphi}$$

$$\text{kde: } C = f / \varphi$$

$$\frac{dv^2}{d\varphi} = C' \cdot e^{2f\varphi} + C \cdot 2f \cdot e^{2f\varphi}$$

Dosazením do původní rovnice:

$$C' \cdot e^{2f\varphi} + C \cdot e^{2f\varphi} \cdot 2f - C \cdot e^{2f\varphi} \cdot 2f = \frac{2Rg}{\cos \mu} \cdot \cos 1\varphi - \mu$$

Z toho:

$$C' = \frac{2Rg}{\cos \mu} \cdot \cos 1\varphi - \mu \cdot e^{-2f\varphi}$$

$$C = \frac{2Rg}{\cos \mu} \int e^{-2f\varphi} \cdot \cos 1\varphi - \mu \cdot d\varphi$$

Integrací dostaneme:

$$C = \frac{2Rg}{\cos \mu} \left[e^{-\varphi \operatorname{tg} \mu} \cdot \cos \mu_0 \cdot \cos 1\varphi + \mu_0 - \mu \right] + A$$

$$\text{kde: } 2f = \operatorname{tg} \mu_0, \text{ tj. } \mu_0 = \operatorname{arctg} 2f$$

Z okrajových podmínek /viz obr. 6/ pro $\varphi = \varphi_0$, $v = v_1$ dostaneme výsledný vztah ve tvaru:

$$127/ \quad v = e^{f/\varphi - \varphi_0} \sqrt{v_1^2 + \frac{2Rg \cdot \cos \mu_0}{\cos \mu} \left[\cos 1\varphi_0 + \mu_0 - \mu - e^{2f/\varphi - \varphi_0} \cdot \cos 1\varphi + \mu_0 - \mu \right]}$$

$$\text{kde: } f = \operatorname{tg} \mu, 2f = \operatorname{tg} \mu_0$$

4/ Ostatní křivky - cykloida, evolventa, log. spirála

Řešení pro tyto křivky prováděl Wickleder, viz [2]. Pro stejné počáteční podmínky a přibližně stejné konečné rychlosti v_2 pro tyto křivky jsou zhruba $\pm 8\%$ rozdílné od v_2 , platící pro kruhový oblouk.

Rozbor

Obecně pro urychlení materiálu na přesypech dálkové pásové dopravy, chceme-li snížit energetické ztráty, opotřebení a namáhání pásů, délku bočního vedení, od-

stranit nebezpečí závalů a zahlcení přesypů včetně dalších provozních potíží, musí platit následující základní požadavky:

1/ Minimální dráha s potřebná k urychlení

2/ Správné vedení pásu na přesypu.

Pro jejich splnění musí být dodrženy následující podmínky:

a/ Maximální počáteční rychlost materiálu v_1

/28/ $v_M < v_1 \leq v_0$

kde: v_M - mezní počáteční rychlost nebo jinak řečeno minimální rychlost materiálu na dopravníku, při které již nelze materiál v násypce pro dané poměry tj. Q , v_1 , α , f_1 , f_2 urychlit. Je funkcí f_1/f_2 , průřezu náplně na pásu, způsobu vedení pásu, ρ /viz obr. 7/, dle [1].

Přesyp musí být konstruován tak, aby nutná velikost v_M byla minimální.

Pro v_1 zde platí:

/29/ $v_1 = v_0 \cdot \cos \alpha_0$

Rychlost dopadu v_0 a úhel dopadu α_0 lze ovlivnit:

- výškou přesypu
- způsobem vedení materiálu na přesypu
- dispozicí přesypu
- vhodným vedením pásu v násypce
- pomocným urychlovacím zařízením.

Poznámka: zvýšený důraz nutno klást na velikost $\alpha_0 = \min$, ne $v_0 = \max$. Uvedené lze v podstatě realizovat, jak bylo výzkumem a praktickým výzkoušením ve VÚHU Most ověřeno, tlumícím štítem prostorově stavitelným, spodním vedením materiálu na přesypu /třídílná výsypka/, správným provedením dopadového místa. Lze tedy konstatovat, že splnění podmínek pro v_1 dle rovnice /28/ je reálné.

b/ Zvýšení unášecí /urychlovací/ schopnosti pásu

Lze to v podstatě provést vedením pásu po křivce, kde se využívá kromě normálové složky váhy i odstředivá síla k urychlení materiálu. Vyčíslením rovnice /27/ pro různé parametry dostaneme tabulky 1 - 5.

Poznámka: 1/ Za R dosazujeme vztah $R = T/q$.

2/ Tabulky 3, 4, 5 platí za předpokladu, že šířka pásu B bude

naddimenzována resp. materiál soustředěn v úzkém toku na střed pásu /dopravníku/ tak, že pro danou počáteční rychlost v_1 platí $h = 0$.

Tabulka 1

($v_2 = f / \varphi$, f / pro $\varphi_0 = \pi/2$, $R = 2,0$ m, $v_1 = 2,0$ m/s)

v_2 /m/s/	φ					
	95°	100°	105°	110°	115°	120°
0,2	2,192	2,317	2,382	2,370	2,308	2,161
0,4	2,359	2,623	2,843	2,975	3,079	3,118
f 0,6	2,544	2,972	3,340	3,660	3,944	4,172
0,8	2,715	3,307	4,075	4,314	4,759	5,191
1,0	2,877	3,609	4,273	4,910	5,533	6,145

Tabulka 2

($v_2 = f / \varphi_0$, f / pro $\varphi = \pi/2$, $R = 2,0$ m, $v_1 = 2,0$ m/s)

v_2 /m/s/	φ_0					
	85°	80°	75°	70°	65°	60°
0,2	2,262	2,567	2,898	3,235	3,606	3,975
0,4	2,424	2,854	3,323	3,782	4,270	4,762
f 0,6	2,603	3,176	3,761	4,355	4,961	5,569
0,8	2,774	3,513	4,230	4,990	5,754	6,552
1,0	2,933	3,795	4,646	5,526	6,442	7,393

Tabulka 3

($v_2 = f / \varphi$, v_1 / pro $f = 0,4$, $\varphi_0 = \pi/2$, $R = 2,0$ m)

v_2 /m/s/	v_1 /m/s/						
	1	2	3	4	5	10	15
95°	1,526	2,354	3,301	4,289	5,295	10,410	15,565
100°	1,853	2,624	3,555	4,548	5,572	10,831	16,158
φ 105°	2,087	2,838	3,770	4,779	5,824	11,240	16,743
110°	2,214	2,978	3,935	4,975	6,054	11,657	17,358
115°	2,293	3,083	4,074	5,151	6,268	12,070	17,972

Tabulka 4

($v_2 = f / R$, v_1 / pro $f = 0,5$, $\varphi = 105^\circ$, $\varphi_0 = 80^\circ$)

		R / m/				
v_2 /m/s/		1	2	4	6	8
v_1 /m/s/	2	3,537	4,211	5,308	6,214	7,004
	4	5,863	6,294	7,074	7,777	8,423
	6	8,416	8,721	9,300	9,864	10,363
	8	11,039	11,273	11,727	12,165	12,586

Tabulka 5

($v_2 = f / T$, v_1 / pro $f = 0,5$, $\varphi = 105^\circ$, $\varphi_0 = 80^\circ$, $Q = 15\ 000$ Mp/hod)

		v_1 /m/s/			
v_2 /m/s/		2	4	6	8
T /Mp/	4	6,703	8,173	10,16	12,42
	6	7,984	9,253	11,048	13,156
	8	9,086	10,218	11,869	13,852
	10	10,068	10,936	12,637	14,517

Z uvedených tabulek je zřejmé, že konečná dosažená rychlost v_2 roste se zvětšováním součinitele tření mezi pásem a materiálem f , s růstem rozdílů úhlu $|\varphi - \varphi_0|$ / větší přírůstek v_2 je na oblouku sestupném, tj. pro $\varphi = \pi/2$, $\varphi_0 = \min$ /, zvětšováním poloměru oblouku R , resp. napínací síly T . Obráceně pro $v_2 = \text{konst.}$ je možné tímto způsobem snížit velikost dráhy, potřebné k urychlení materiálu, a to podstatně. Zvyšování velikosti napínací síly T zde není jev negativní, neboť se zvýší klidnost toku materiálu na pásu, tj. zmenší dynamické naráhání. Lze to dokumentovat s použitím rovnice dle [3]

$$/30/ \quad h = \frac{t^2 \cdot q^2 \cdot v_2^2 \cdot g}{2 \cdot T \cdot g - q \cdot v_2^2} \quad /m/$$

kde: h - charakterizuje klidnost toku materiálu na dopravním pásu

t /m/ - rozteč válečkových stolic

T /Mp/ - tah v pásu

q /kp/m/ - měrné obtížení materiálem

a srovnáním s pásovou dopravou šíře 1200 mm, kde $h = 0,014$ m. Pak např. pro ZP 10 000 platí tabulka 6.

Tabulka 6

($v_2 = 8,0$ m/s, $Q = 15\ 000$ Mp/hod)

t /m/	1,0	1,5	2,0	2,5
T /Mp/	11,4	15,35	19,45	23,4

Vliv rychlosti na napínací sílu je patrný z tabulky 7.

Tabulka 7

($t = 1,0 \text{ m}$, $Q = 15\,000 \text{ Mp/hod}$)

$v_2 \text{ /m/s/}$	4	6	8	10
$T \text{ /Mp/}$	5,66	10,85	11,6	12,6

Z uvedených tabulek 6 a 7 je patrný požadavek na velké hodnoty tahu v pásu T .

Je tedy i v tomto případě možné závěrem konstatovat, že zvýšení unášecí schopnosti pásu je reálné.

c/ Optimální vytvoření průřezu náplně pásu v místě přesypu

Rozumí se tím soustředění materiálu v úzkém proudu na střed pásu /dopravníku/ tak, aby výška vrstvy materiálu, která se tře o stěny násypky, byla minimální. Význam soustředění materiálu na střed je patrný z obr. 8.

Závěrem je možné přijmout tvrzení, že správným řešením vedení materiálu v horní i spodní části přesypu a při dodržení dříve uvedených podmínek /teoreticky odvozených/ lze zlepšit situaci při urychlování materiálu ve spodní části přesypu a odstranit tím řadu provozních potíží.

Aplikace

Na základě výše uvedeného a dílčích provozních zkušeností bude z hlediska zlepšení poměrů při urychlování materiálu optimální řešení přesypu dáno dle obr. 9. Uvedené uspořádání umožňuje dosažení maximální rychlosti v_1 a soustředění toku materiálu do osy následujícího dopravníku. Vratný buben následujícího dopravníku je zdvižen a současně odstraněn obvodový buben /na místě obvodového bubnu lze zabudovat účinnou samočinnou regulační stolicí a pluhový stírač/. Vratná stanice není vybavena stabilní násypkou, ale posuvným násypným vedením se sklonem bočních válečků 60° a v podélném směru situovaném tak, aby materiál dopadal na sestupnou část pásu ještě v místech, kde spodní okraj pásu nedoléhá na střední válečky. Zvýší se tím unášecí schopnost pásu, jak bylo dříve dokázáno, a tím podstatně sníží dráha, potřebná k urychlení materiálu. Zároveň se zdelepší tlumení materiálu při dopadu na pás. Při tom je nutné výšku osy vratného bubnu situovat tak, aby horní povrch bubnu dělila průmět pásu a v jedné třetině. Za této podmínky vznikají minimální přídatná namáhání v pásu, protože, jak plyne z obr. 10, lze dokázat, že /při požadavku stejné délky krajních vláken pásu $\overline{AB}$ jako vláken středních $\overline{CD}$ / platí:

$$/31/ \quad \overline{AB} = \sqrt{1^2 + x^2 + z^2} = \overline{CD} = \sqrt{1^2 + y^2}$$

$$\text{kde: } z = x \sqrt{3}$$

Z toho plyne úpravou a dosazením:

$$/32/ \quad \frac{y}{x} = 2$$

Dále je zde nutno dodržet požadavek na minimální velikost tahu v pásu T. Konkrétní provedení posuvného násypného vedení je patrné z obr. 11, 12.

Závěrem lze ještě poznamenat, že navrhované uspořádání přesypů bylo vyzkoušeno s dobrými výsledky v provozu. Zlepšení poměrů a situace při urychlování materiálu je patrné a zřejmé z filmového materiálu /natočeno a k dispozici ve VÚHU Most/, kde byla porovnávána situace před a po úpravě přesypů.

Použitá literatura

- [1] Ing. Drobny J.: Výzkum optimálního řešení předávacích míst
/Zpráva VÚHU Most/
- [2] Wickleder: Die mathematische Behandlung der Bewegungsvorgänge von Körpern auf einer bewegten Fläche und deren Anwendung im Bergmaschinenbau
- [3] Ing. Drobny J.: Výzkum vlivu na destrukci /tixotropie/ materiálu při pásové dopravě - tlumicí štít
/Zpráva VÚHU Most/

S h r n u t í

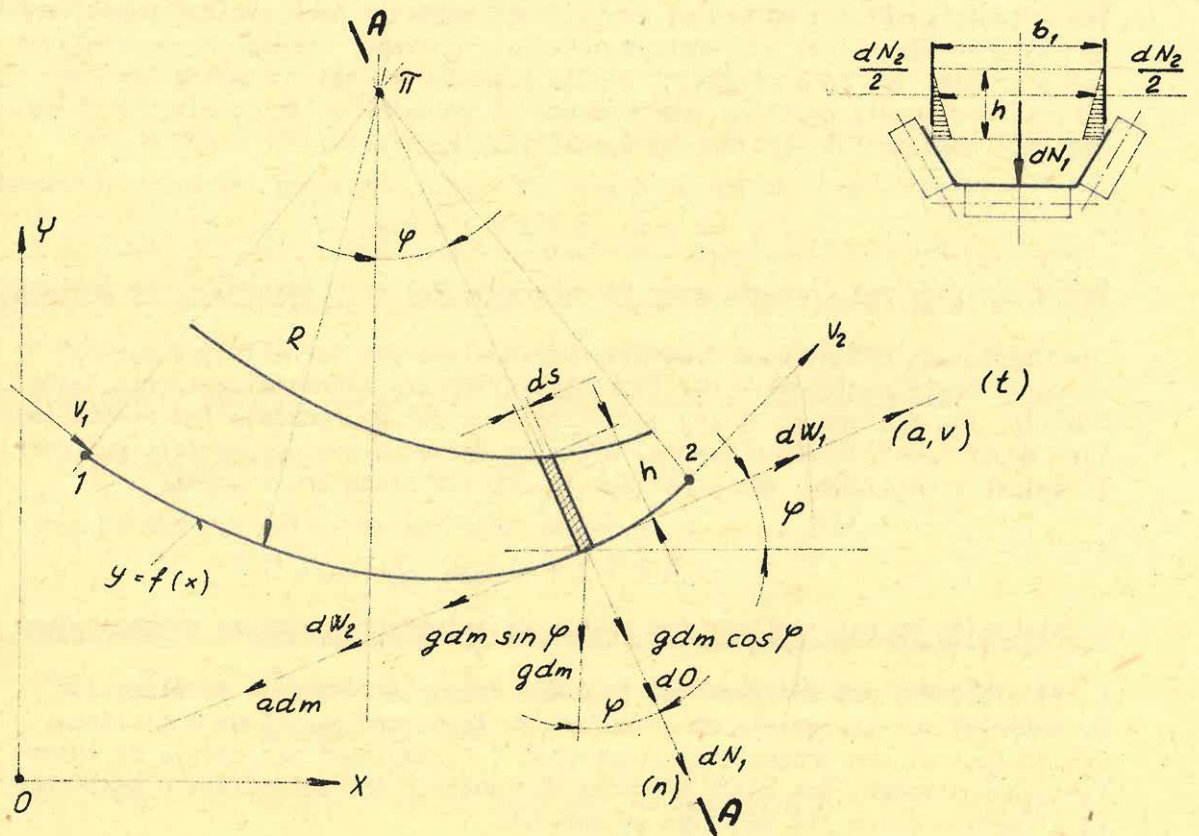
Článek podává teoretický rozbor poměrů při urychlování materiálu na přesypech dálkové pásové dopravy, rozbor a návrh uspořádání přesypů včetně nových konstrukčních prvků, umožňujících zlepšení situace, což bylo prakticky v provozu ověřeno.

Р е з ю м е

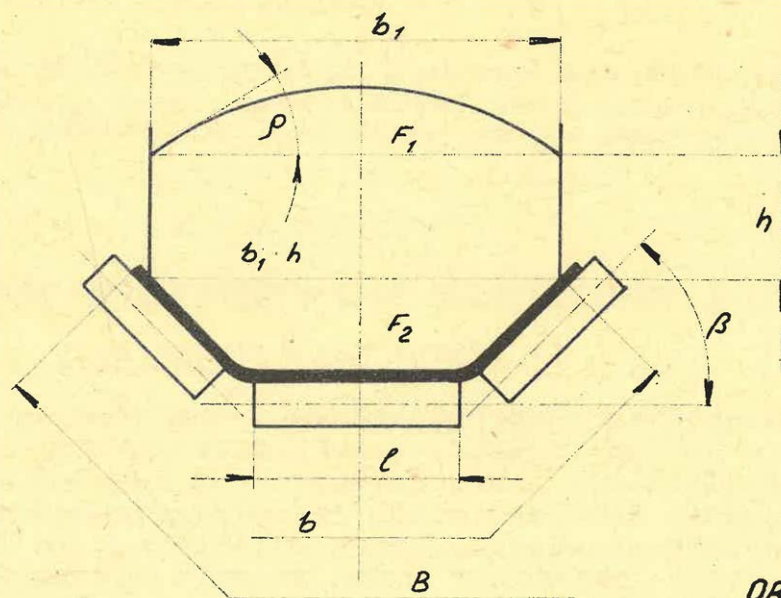
Ускорение сообщаемое материалу на перегрузочных пунктах - - математический анализ

В статье дан теоретический анализ процесса материала на перегрузочных пунктах ленточных конвейеров вместе с анализом и предложениями усовершенствования перегрузочных пунктов путем применения новых конструктивных элементов, позволяющих - по результатам производственных испытаний - заметное улучшение существующего положения.

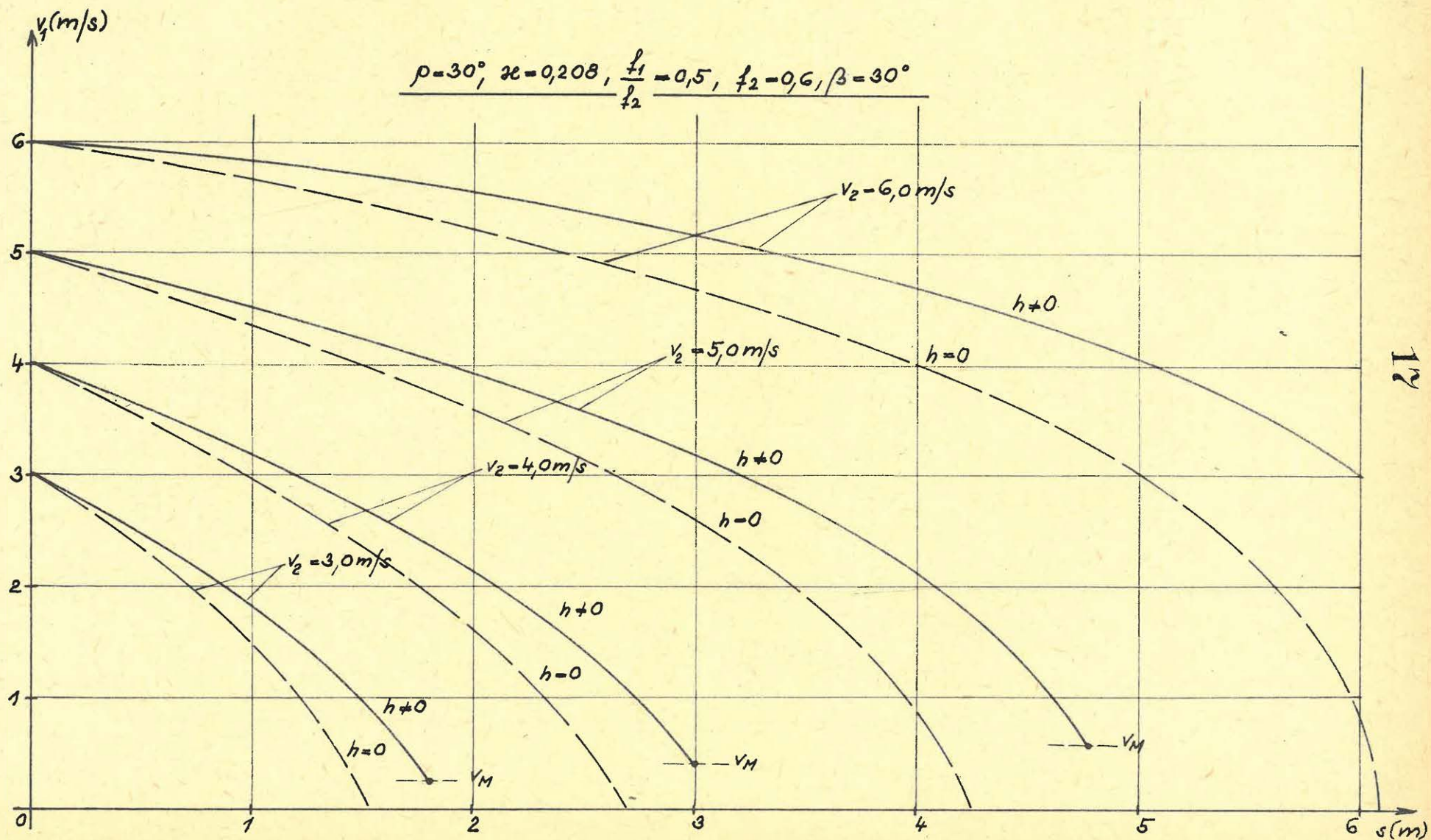
REZ A-A



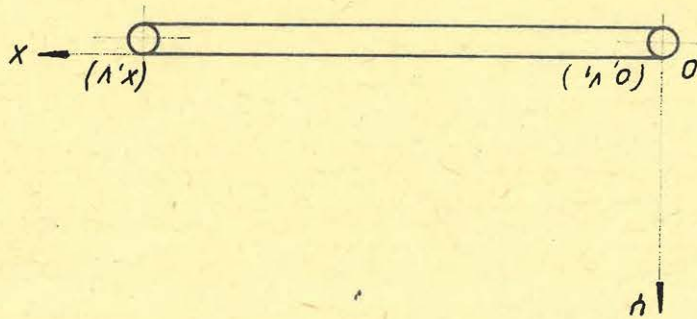
OBR. 1



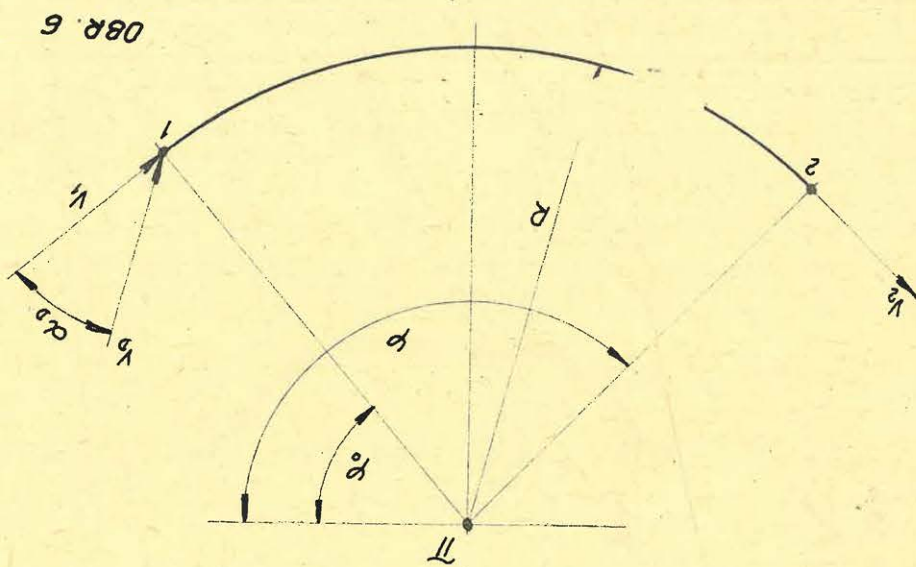
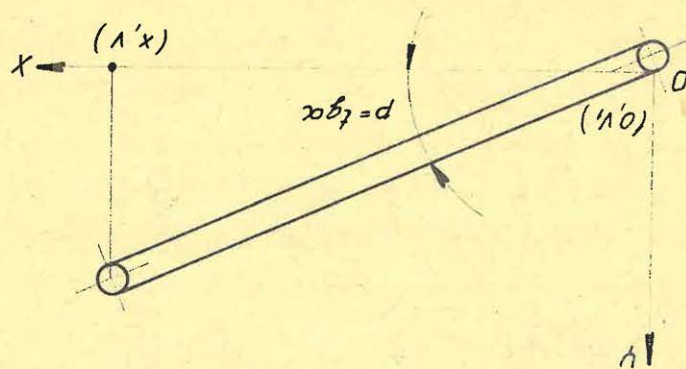
OBR. 2

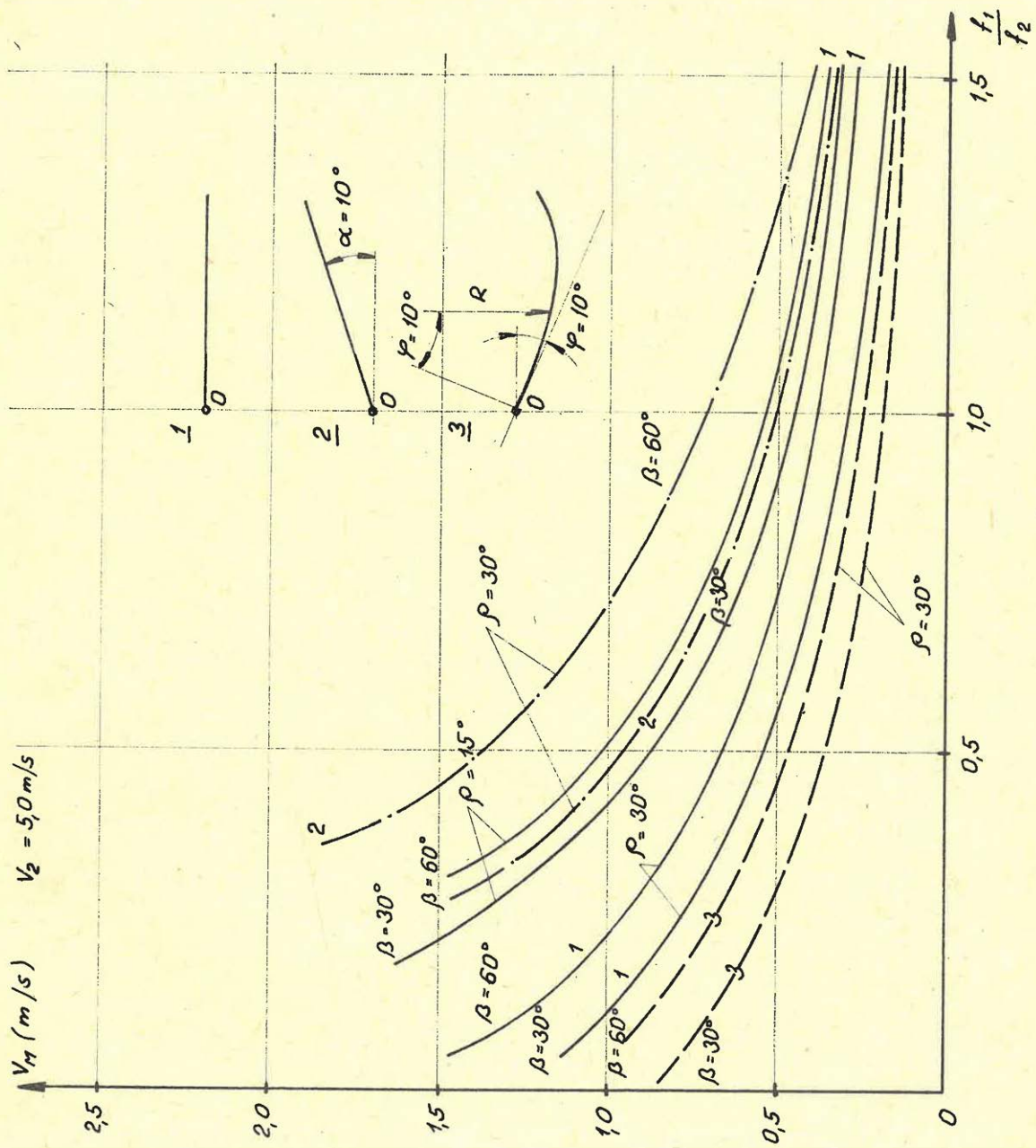


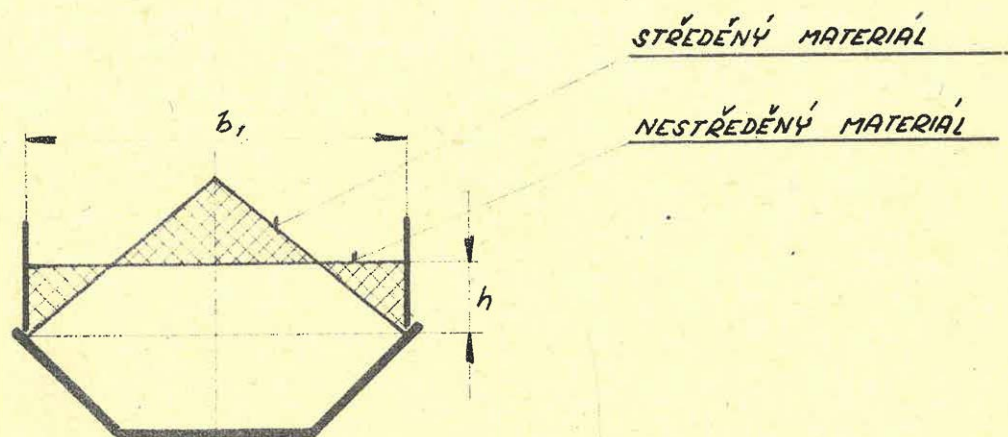
08R.4



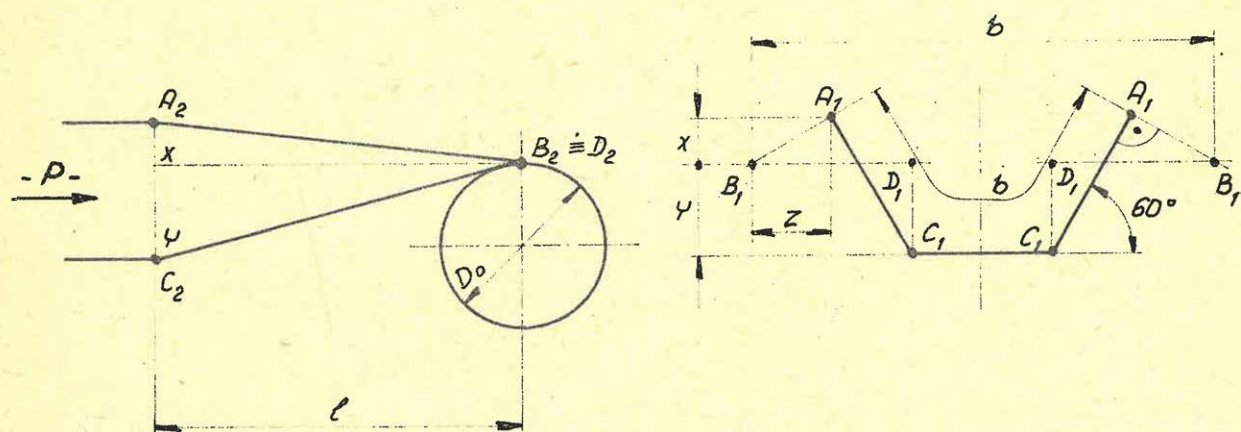
08R.5





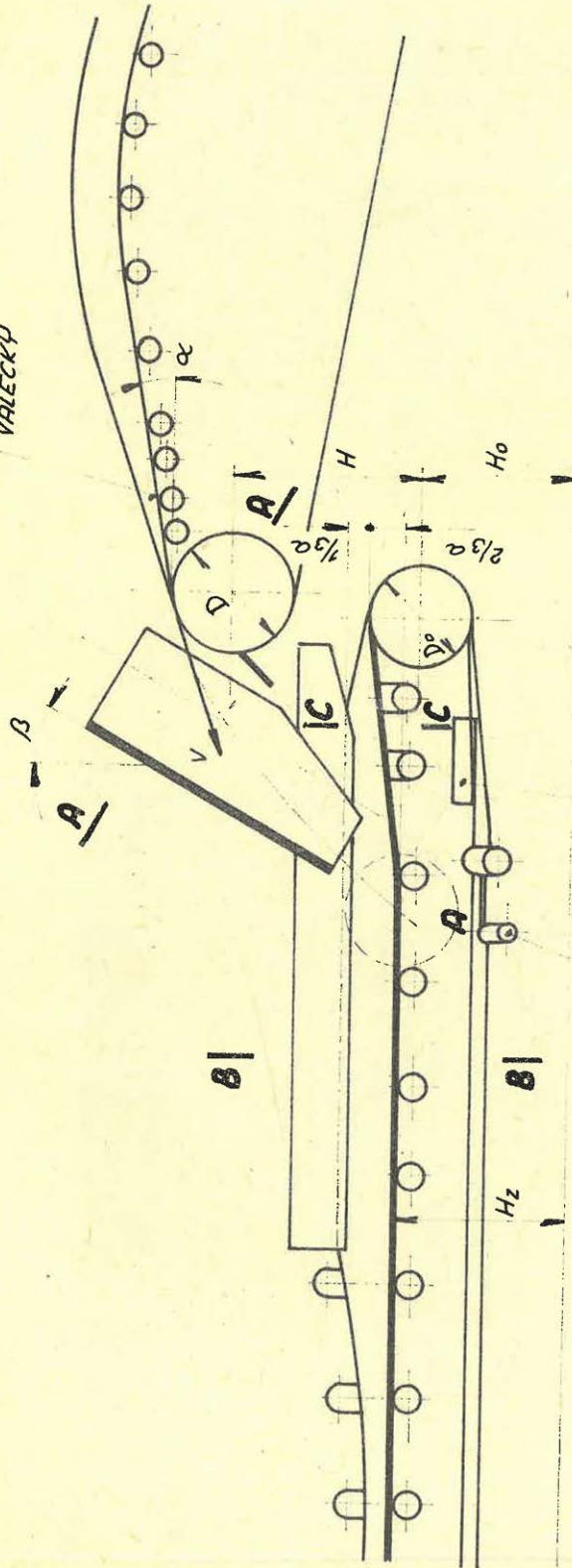


OBR. 8



OBR. 10

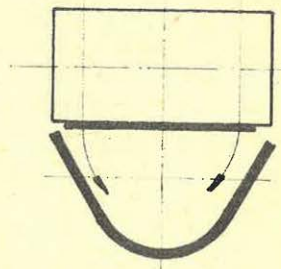
ZHUŠTĚNÉ STŘEDNÍ
VÁLEČKY



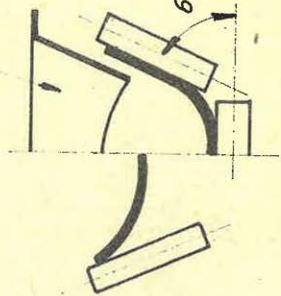
PLUHOVÝ STÍRAČ

REGULAČNÍ
STOLICE

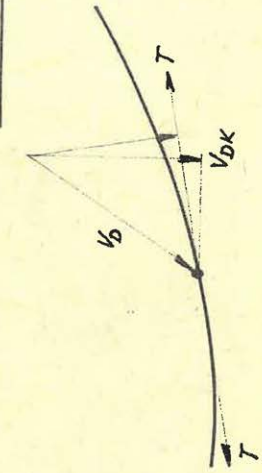
ŘEZ A-A



ŘEZ C-C



ŘEZ B-B



DET. A

