Ing. Bohuslav K o r b , VÚHU:

Životnost pryžových pásů u dálkové pásové dopravy na povrchových dolech

1. Ú v o d

Životnost pryžového pásu je důležitý údaj zejména při projektování, plánování a údržbě těžebních zařízení. Pod pojmem životnost pásu se obvykle rozumí, jak dlouho pás vydrží, tj. kolik roků nebo přesněji kolik provozních hodin. Životnost pásu ovlivňuje řada faktorů, z nichž nejdůležitější jsou kvalita a kontrukční provedení pásu i dopravníku na straně jedné, a místní provozní podmínky na straně druhé. Předkládané pojednání se chce zabývat problematikou životnosti pryžových pásů v provozních podmínkách SHR a vhodnou metodikou pro stanovení životnosti pásů používané konstrukce.

2. Metodika stanovení životnosti pásů

Kromě časového faktoru, kterým se obvykle charakterizuje životnost pryžových pásů, je důležitý též faktor přepravní schopnosti, tj. kolik těživa se přepraví za dobu životnosti pásu. Při tom každý z faktorů vyjadřuje určitý okruh vlivů. V dalším stanovme vhodné ukazatele a příslušné okruhy vlivů.

2.1. Přepravní schopnost

Přepravní schopnost je účelné charakterizovat s ohledem na délku pásu. Počítá se tedy s ukazatelem m^3 těživa přenesené 1 bm pásu za dobu od položení do sejmutí pásu. Vyměňuje-li se pás po dílech, jichž je "n", bude platit pro střední množství těživa, přenesené dopravníkem:

$$Q = \frac{d_1}{L} Q_1 + \frac{d_2}{L} Q_2 + \ldots\ldots\ldots + \frac{d_n}{L} Q_n$$

Každý člen součtu představuje poměrné množství těživa, přenesené dílem pásu o délce d_{1-n}. Ve vztahu značí:

$d_{1\ldots n}$ délku vyměňovaného dílu pásu v metrech,

L celkovou délku rozvinutého pásu v metrech,

$Q_{1\ldots n}$ těžbu přenesenou dopravníkem od položení pásu do sejmutí dílu $d_{1\ldots n}$ v m^3.

Ukazatel přepravní schopnosti dopravníku q $m^3/1$ bm pak bude: $q = \frac{Q}{L}$.

Hodnotu uvedeného ukazatele ovlivňují zejména místní provozní podmínky. Značnou roli při tom hraje kvalita těženého materiálu, kterou je možno charakterizovat měřitelnými ukazateli "střední plnění 1 bm pásu" a "kusovitost těživa":

- střední plnění 1 bm pásu "z" se stanoví ze vztahu

$$z = \frac{Q}{3600 \cdot v \cdot T}$$, kde je

Q - těžba za dobu T v m^3,

T - počet provozních hodin v hodnoceném období,

v - rychlost pásu v m/s,

- kusovitost "u" se určí ze vztahu

$$u/100\ bm = \frac{\sum_{1}^{n} p}{\sum_{1}^{n} L_c} \cdot 100$$

$$\sum_{1}^{n} p = p_1 + p_2 + \ldots + p_n$$

$$\sum_{1}^{n} L_c = L_1 + L_2 + \ldots + L_n$$

u/100 bm počet kusů o délce hrany nad 40 cm na délce 100 bm pásu,

$p_{1...n}$ počet kusů o délce hrany nad 400 cm na fotozáběrech $1_{...n}$,

$L_{1...n}$ délky jednotlivých fotozáběrů $1_{...n}$ v metrech.

Poznámka: Rozměry kusů se zjistí fotometodou VÚHU, která je popsána ve zprávě VÚHU "Studium vlivu dopravovaného těživa na povrchových dolech na opotřebení a životnost pryžového pásu" z února 1970.

Péče o pás, která může podstatně ovlivnit přepravní schopnost dopravníku, má v revíru přibližně stejnou úroveň a v tomto pojednání se nehodnotí. Tento úsek činnosti si zasluhuje zvláštní pozornost zejména v oblasti běžných provozních oprav a provozních spojů pásů. Uvedené otázky se řeší zvlášť.

2.2 Opotřebení pásu za časové období

Opotřebení pásu v ideálních podmínkách by bylo dáno prakticky opotřebením krycí pryže pásu až na první vložku. Doba, za kterou by k tomu došlo, by představovala životnost pásu. Ve skutečnosti dožívá pás dříve, a to nikoliv z titulu opotřebení krycí pryže, ale z titulu různých poškození jako například průrazů, strhání krycí pryže, sedření hran, rozříznutí apod. Rozsah poškození ovlivňuje zejména provedení předávacích míst těživa (násypky, přesypy) a kvalita těživa. Míru uvedených vlivů možno hodnotit hlavně podle ukazatele "přepravní schopnost" q $m^3/1$ bm, o kterých bylo pojednáno v předchozím odstavci. Údaj opotřebení pásu za časové období je však důležitý, neboť vlastně udává horní mez životnosti pásu. Ukazatel opotřebení krycí pryže stanovme takto:

$m = h_1 - h_2$, kde

h_1 je tloušťka pryže (nebo pásu) při prvním měření v mm,

h_2 je " " " při následném měření v mm,

m je opotřebení v mm.

Opotřebení krycí pryže je způsobeno zejména urychlováním materiálu na přesypech (násypkách) a stěračí. Závisí tedy zejména na tom, kolikrát proběhne místo měření celou dráhu pásu. Jinými slovy velikost opotřebení závisí na počtu cyklů pásu. To bylo ověřeno při dlouhodobém měření opotřebení v provoze. Kromě toho opotřebení závisí samozřejmě též na kvalitě krycí pryže. Lze tedy spolu porovnávat pásy se stejnou kvalitou krycí pryže.

Vztah mezi opotřebením a počtem cyklů možno vyjádřit takto:

$m = k \cdot C$, kde

C je počet cyklů,

k je koeficient úměrnosti (směrnice přímky $y = k\,x$).

Počet cyklů závisí na rychlosti pásu, délce pásu a počtu provozních hodin. Pro počet cyklů C platí vztah:

$$C = \frac{3600 \cdot v \cdot T}{L} \text{ , kde}$$

L je rozvinutá délka pásu v metrech.

Z obou výše uvedených vztahů je možno vypočítat provozní dobu pásu, za kterou nastane opotřebení:

$m = k \cdot C$

$$C = \frac{3600 \cdot v \cdot T}{L}$$

$$T = \frac{m \cdot L}{3600 \cdot k \cdot v}$$

Pro mezní případ, kdy opotřebení m je rovno tloušťce krycí pryže s, platí $m = s$ a výše uvedený vztah pro T možno psát ve tvaru:

$$T = \frac{s \cdot L}{3600 \cdot k \cdot v}$$

Uvedený vztah udává tedy provozní dobu v hodinách, za kterou se opotřebí krycí pryž. Koeficient k je třeba zjistit měřením opotřebení v provoze, ostatní veličiny jsou lehce zjistitelné.

Aby bylo možno porovnávat zjištěné hodnoty opotřebení u různých dopravníků, bude účelné vztahovat je na určitý počet cyklů, např. na 10^6 cyklů.

2.3 Využití ukazatelů "přepravní schopnosti" a "opotřebení pásu" pro stanovení životnosti pásu

Ukazatel "přepravní schopnosti" udává prakticky docílené výsledky v daných provozních podmínkách. Provozní výsledky, dosahované v obdobných provozních podmínkách, by neměly být horší. To znamená, že ukazatel udává prakticky dolní mez pro přepravní schopnost.

Ukazatel "opotřebení pásu" udává životnost pro případ, kdyby nebylo jiných poškození pásu anebo jen poškození v minimálním množství, které by si nevyžádalo sejmutí pásu. Ukazatel tedy udává horní mez životnosti pásu.

Oba zmíněné ukazatele tedy vymezují oblast, ve které by se mohla a měla životnost pásu pohybovat. Vymezení oblasti je možné provést tak, že oba ukazatele upravíme na stejnou formu. Vztah pro opotřebení je vyhovující, upravme tedy vztah přepravní schopnosti, a to takto:

$q = \frac{Q}{L}$, tedy platí: $Q = L \cdot q$

Vyjádřeme Q též s pomocí času, tj. provozními hodinami. Je to možné takto: $Q = Q\ m^3/h \cdot T.$

Porovnáním obou vztahů obdržíme:

$$Q\ m^3/h \cdot T = L \cdot q$$

$$T = \frac{L \cdot q}{Q\ m^3/h}$$

údaje q, Q m^3/h jsou vlastně střední hodnoty a mají pro hodnocené období určitou stálou hodnotu ; vztah pak možno psát:

$T = L \cdot konst.$,

což je rovnice přímky, značící dolní hranici životnosti pásu, v závislosti na rozvinuté délce pásu.

Výraz $T = L \cdot \frac{s}{3600 \cdot k \cdot v}$, kde člen $\frac{s}{3600 \cdot k \cdot v}$ jest konstantou, je pak též rovnicí přímky, která omezuje horní hranici životnosti pásu v závislosti na rozvinuté délce pásu.

Obě přímky můžeme nakreslit do grafu a v oblasti mezi nimi se pohybuje životnost pásu v daných provozních podmínkách. Příklad hodnocení se uvádí dále.

3. Stanovení rozsahu životnosti pásů v provozních podmínkách skrývky Merkur

3.1. Merkur, 3. skrývkový řez

Pásy PAK 300 4 + 4 PAN 25, 5 + 2 mm - šíře pásu 1200 mm - rychlost v = = 3,15 (4,0) m/s. Dlouhodobé sledování umožnilo vypočíst a stanovit hodnoty q a Q m^3/h:

$q = 20\,000\ m^3/1\ bm$, $\qquad Q\ m^3/h = 800\ m^3/h$

Poznámka: Stanovení hodnoty q je podrobně rozvedeno ve zprávě VÚHU "Studium vlivu dopravovaného těživa na povrchových dolech na opotřebení a životnost pryžového pásu".

Vztah pro životnost pásu z hlediska přepravní schopnosti tedy bude:

$$T_{min} = L \frac{q}{Q\ m^3/h} \qquad T = L \frac{20\,000}{800} \qquad T = L \cdot 25$$

Životnost z hlediska opotřebení pásu:

$$T_{max} = L \frac{s}{3600 \cdot k \cdot v} \qquad s = 5\ mm, \quad v = 3{,}15\ m/s$$

Hodnota k byla zjištěna dlouhodobým měřením opotřebení krycí pryže a výpočtem odpovídajícího množství cyklů ze vztahu $k = \frac{m}{c}$. (Podrobněji uvedeno ve výše citované zprávě VÚHU). Pro poměry na 3. řezu jest k = 1 : 78 000. Dosazením obdržíme:

$$T_{max} = L \frac{5}{3600 \frac{1}{78\,000} \cdot 3{,}15} \qquad T = L \cdot 34{,}5$$

Obě přímky T_{max} a T_{min}, které vymezují oblast dosažitelné životnosti pásu v daných provozních podmínkách, jsou zakresleny v grafu na obr. č. 1 a názorně ukazují závislost životnosti na rozvinuté délce pásu dané konstrukce.

3.2 Merkur, 2. skrývkový řez

Pásy PA 700 4 + 5 PAN 25, 6 + 3 mm - šíře 1600 mm - rychlost v = 5 m/s. Podle dlouhodobého sledování a analogicky podle výsledků na 3. řezu byly stanoveny hodnoty q a Q m^3/h takto:

q = 32 000 m^3/1 bm, Q m^3/h = 1 800 m^3/h

Vztah pro životnost pásu z hlediska přepravní schopnosti tedy bude:

$$T_{min} = L \frac{32\,000}{1\,800} \qquad T = L \cdot 18$$

Životnost z hlediska opotřebení pásu (opotřebení měřeno na dole Maxim Gorkij na páse š = 1 600 mm):

$$T_{max} = \frac{s}{3\,600 \cdot k \cdot v} \qquad s = 6 \text{ mm}, \qquad v = 5 \text{ m/s}$$

Hodnota k zjištěna podle dlouhodobého měření opotřebení krycí pryže k = 1 : 80 000.

Dosazením obdržíme:

$$T_{max} = \frac{6}{3\,600 \frac{1}{80\,000} \cdot 5} \qquad T = L \cdot 27$$

Obě přímky T_{max} a T_{min}, vymezující oblast dosažitelné životnosti pásu, jsou nakresleny na obr. č. 2.

4. Závěr

Uvedený příklad stanovení rozsahu, v jakém se mohou pohybovat životnosti pásu v daných provozních podmínkách, vycházel při určení dolní meze životnosti z progresivních hodnot v provoze dosažených.

Příklad tedy představuje cíl pro příští léta. Skutečnost dosažená v posledních létech byla horší a platí pro ni v obrázcích č. 1 a 2 čárkovaná čára T_p, která udává dolní mez provozně dosahovanou (kromě vyslovených havárií, kdy byly výsledky ještě horší).

S h r n u t í

Článek se zabývá problematikou životnosti pryžového pásu dálkových pásových dopravníků. Autor navrhuje způsob, jak vymezit oblast životnosti pryžového pásu. K tomu účelu jsou odvozeny vztahy jednak pro opotřebení pásu a jednak pro přepravní schopnost pásu. Na praktických příkladech je uveden způsob hodnocení. Hodnocení se vypracuje vždy pro určité provozní podmínky a určitou konstrukci pryžového pásu na základě měření v provozu a znalostí příslušných provozních údajů.

Р е з ю м е

Долговечность резиновых лент применяемых при магистральном конвейерном транспорте на карьерах

Освещается проблематика долговечности резиновых лент на магистральных ленточных конвейерах. Предлагается новая методика определения области долговечности резиновой ленты. Для этого выведены формулы выражающие с одной стороны износ и с другой транспортную способность (мощность) конвейерной ленты. Приведены практические примеры применения методики оценки ленты на долговечность. Оценку приходится проводить применительно к конкретным условиям эксплуатации, с учетом данного строения ленты. При этом необходимо исходить из результатов полевых измерений и опираться на твердое знание всех соответствующих эксплуатационных параметров.

S u m m a r y

Life of rubber belts in the long-range conveyor transport in open-cast mines

The problems of rubber belt life of the long-range conveyors are dealt with in this article. The author suggests a method how the time span of rubber belt life can be esteemed. For this purpose the author derives relations for the belt wear and for the transporting capacity of the belt. The way of the evaluation is shown on practical examples. An evaluation will be made always for definite working conditions and for a definite rubber belt construction on the basis of an operational measuring and knowledge of relevant operational data.

VÚHU MOST

ŽIVOTNOST PÁSŮ NA SKRÝVCE MERKUR PODLE DÉLKY PÁSU

$$T_{min} = \frac{Q}{Q\ m^3/h} \cdot L \qquad T_{max} = \frac{s}{3600 \cdot k \cdot v} \cdot L$$

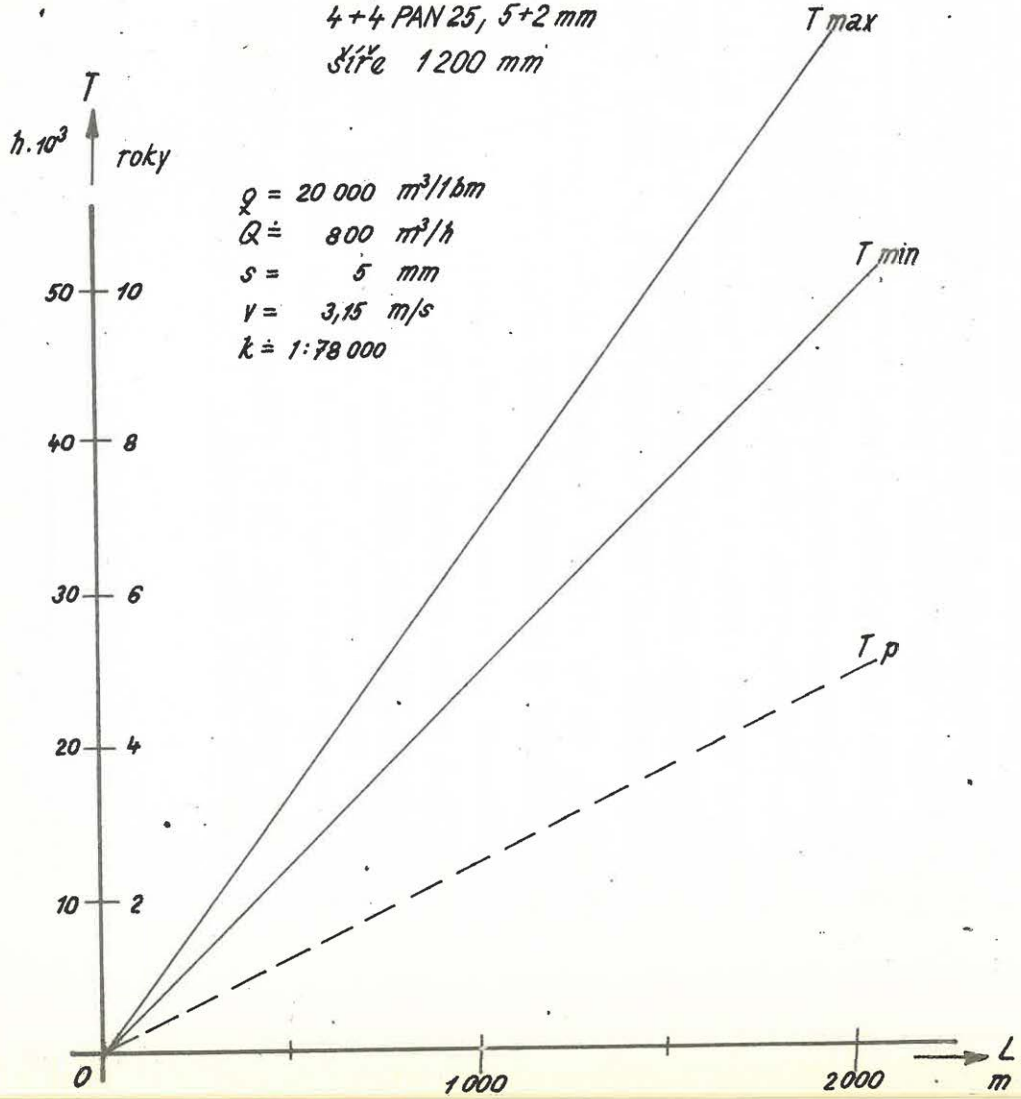
L ... rozvinutá délka pásu v m

T ... provozní doba v h nebo v letech

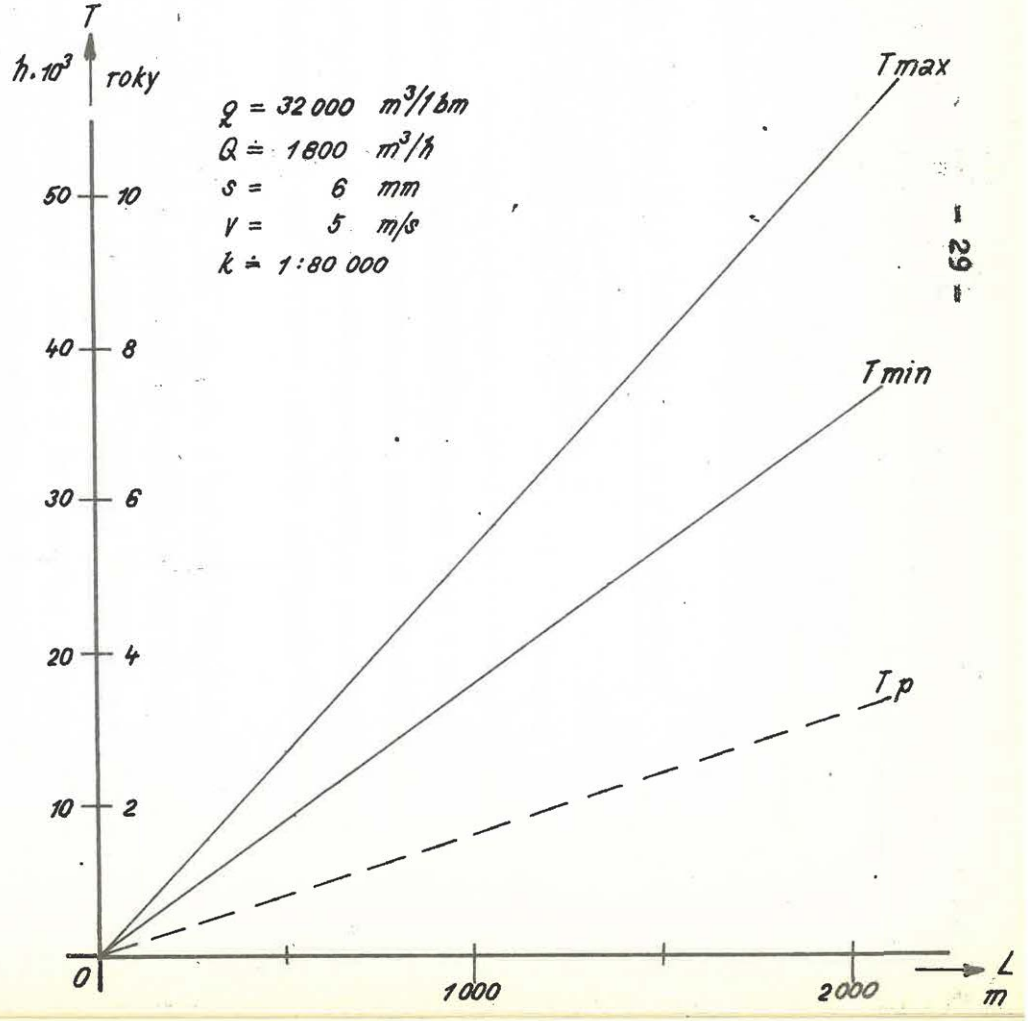
Obr. č. 1. 3. řez – pás PAK 300

4+4 PAN 25, 5+2 mm

šíře 1200 mm



Obr. č. 2. 2. řez – pás PA 700

4+5 PAN 25, 6+3 mm

šíře 1600 mm