

## **VALJKASTI GRAVITACIONI TRANSPORTERI**

- ◆ Valjkasti gravitacioni transporteri se koriste za transport komadne robe prizmatičnog oblika, burića i profila, a mogu se koristiti i za transport rasute robe smeštene u odgovarajuće posude, kao i komada nepravilnih oblika kada se postave na postolje ili u kontener.
- ◆ Za razliku od kliznica, kod kojih se pri kretanju tereta javlja otpor trenja klizanja, kod valjkastih transportera se pri kretanju tereta javlja otpor kotrljanja i otpor trenja u ležajevima valjaka. Ova činjenica ujedno predstavlja i osnovnu prednost valjkastih transportera u odnosu na kliznice, jer su otpori kod valjkastih transportera znatno manji nego kod kliznica. U skladu sa tim nagib putanje valjkastih transportera je neuporedivo manji i kreće se od 1 do 7% (0,6° do 4°)
- ◆ Osnovni delovi valjkastih transportera su:
  - noseća konstrukcija koja predstavlja osnovu na koju se ugrađuju valjci (rolne). Izvodi se u modularnoj tehnologiji, što omogućuje da se kombinovanjem osnovnih modula izvedu veoma komplikovane strukture transportera, kao i jednostavno prilagođavanje različitim zahtevima.
  - valjci ili rolne postavljaju se na jednakom rastojanju duž staze i imaju ulogu nosećeg organa. Rolne se postavljaju duž putanje na gusto postavljenim nepokretnim osovina koje su fiksirane za noseću konstrukciju. Koriste se za transport lake robe i zahtevaju manje nagibe od transportera sa valjcima, lakše su za montiranje, za realizaciju horizontalnih krivina, a zbog male ukupne mase mogu se koristiti kao mobilni transporteri. Oblik valjaka i rolni zavisi od oblika i težine komada koji se transportuju.
- ◆ Regulacija brzine tereta kod valjkastih transportera se, osim regulisanjem nagiba transportera, može vršiti i ugradnjom kočionih valjaka (prilikom prelaska tereta preko ovih valjaka dolazi do njegovog usporavanja) koji se postavljaju na kritičnim delovima putanje. Kočenje može biti izvedeno kao direktno (preko kočionih valjaka) i kao indirektno (prenosom kočione sile sa kočionih valjaka na obične valjke).
- ◆ U kompleksnim sistemima valjkasti transporteri se često kombinuju sa trakastim i člankastim transporterima, i to naročito na delovima putanja na kojima se savlađuje određeni uspon.

### **PRIMENA**

Zbog svoje jednostavne konstrukcije i niskih troškova održavanja valjkasti transporteri nalaze primenu u raznim oblastima industrije, distributivnim centrima i skladištima.

### **TRANSPORTNI KAPACITET**

Transportni kapacitet valjkastog gravitacionog transportera se određuje po analogiji sa kapacitetom kliznice. Kao i u slučaju kliznica i kod valjkastih transportera, pri kretanju tereta duž istih, dolazi do transformacije potencijalne energije koju telo ima na vrhu transportera u kinetičku energiju tela i rad sila otpora koji se javljaju duž transportera. U skladu sa tom činjenicom, izrazi koji važe za definisanje brzine i nagiba kod kliznica važe i u ovom slučaju, pri čemu u obzir treba uzeti otpore koji karakterišu kretanje tereta duž valjkastih transportera. Otpori koji se javljaju pri nailasku tereta na jedan valjak su:

### **Otpor ustaljenog kretanja** (kotrljanje i trenje u ležajima)

Dobija se pomoću jednačine

$$W'_C = \frac{2 \cdot G_t \cdot \cos \delta \cdot f_R}{d_t} + \frac{(G_t + n_1 \cdot G_o) \cdot \mu_z \cdot d_z}{d_t} \quad [N]$$

Međutim, kako se valjkasti transporteri koriste za uglove nagiba koji su izuzetno mali (kao što je rečeno ranije od 1 do 7%) to se vrši pojednostavljenje prethodne jednačine tako što se za kosinus ugla nagiba usvaja da je jedan (kosinus malih uglova je približno 1), pa jednačina glasi

$$W'_C = \frac{2 \cdot G_t \cdot f_R}{d_t} + \frac{(G_t + n_1 \cdot G_o) \cdot \mu_z \cdot d_z}{d_t} \quad [N]$$

$G_t$  – težina jedinice tereta na valjkastom transporteru [N]

$f_R$  – krak otpora kotrljanja [cm]

$d_t$  – prečnik valjka [cm]

$n_1$  – broj jednovremeno opterećenih valjaka

$G_o$  – težina obrtnog dela valjka [N]

$\mu_z$  – koeficijent trenja u ležaju

$d_z$  – efektivni prečnik valjka [cm]

### **Otpor ubrzanja** (inercija)

Javlja se pri velikim uglovima nagiba  $\delta$

$$W_{in} = G_t \cdot \frac{v_k - v_0}{g \cdot t} \quad [N]$$

$t$  – period opservacije [s]

Međutim, kako se valjkasti transporteri koriste za transport pod malim uglovima, to se ovaj otpor pri proračunu zanemaruje.

### **Otpor ubrzanja rotacionih masa** (klizanje i izgubljena kinetička energija)

$$W_{rot} = \frac{k_2 \cdot G_o \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot l_o} \quad [N]$$

$k_2$  – faktor kojim se izražava odnos ukupne težine valjka i dela koji rotira

$v$  – srednja brzina kretanja tereta po transporteru [m/s]

$l_o$  – rastojanje između valjaka [m]

**Ukupan koeficijent otpora - $\omega$**  se dobija u zavisnosti od režima kretanja tereta po transporteru:

**I SLUČAJ** - komadi tereta se kreću u gustom toku, tako da se valjci stalno nalaze u stanju rotacije

$$\omega = \frac{W'_C + W_{in}}{G_t}, \text{ odnosno, zbog zanemarivanja otpora ubrzanja } \omega = \frac{W'_C}{G_t}$$

**II SLUČAJ** – rastojanja između pojedinih paketa su velika i različita, tako da zbog dejstva otpora u ležajevima valjaka, dolazi do zaustavljanja valjaka.

$$\omega = \frac{W'_C + W_{in} + 2 \cdot W_{rot}}{G_t}, \text{ odnosno, zbog zanemarivanja otpora ubrzanja } \omega = \frac{W'_C + 2 \cdot W_{rot}}{G_t}$$

**Zadatak 3** Deo sistema za sortiranje realizovan je primenom kliznog kanala dužine 20m, postavljenog pod nagibom od 20°. Kliznim kanalom transportuju se kutije težine 150N pri čemu je koeficijent trenja 0.35. Razmak kutija je 1.2m, a njihova početna brzina je 0.1 m/s. Ako se za sortiranje umesto kliznog kanala koristi valjkasti gravitacioni transporter koji savlađuje istu visinsku razliku, odrediti potreban nagib za obezbeđenje iste proizvodnosti. Početna brzina tereta je ista, kao i razmak između kutija.

Ostali podaci:

- ◆ prečnik osovine valjka,  $d_z=1\text{cm}$
- ◆ prečnik valjka,  $d_t=6\text{cm}$
- ◆ odnos rotirajućeg dela prema ukupnoj težini,  $k_2=0.9$
- ◆ težina valjka,  $G_0=25\text{N}$
- ◆ broj jednovremeno opterećenih valjaka,  $n_1=3$
- ◆ razmak valjaka,  $l_0=0.2\text{m}$
- ◆ krak otpora kotrljanja  $f_r = 1\text{mm}$
- ◆ koeficijent trenja u ležajima valjaka  $\mu_z = 0.01$

**Rešenje**

#### KLIZNICA

$$Q = 3600 \cdot \frac{v}{l} \quad v_{sr} = \frac{v_0 + v_k}{2}$$

$$h = l \cdot \sin \delta = 20 \cdot \sin 20^\circ = 6.84 \text{ m}$$

$$v_k = \sqrt{v_0^2 + 2 g h (1 - \mu_r \cdot \text{ctg } \delta)} = \sqrt{(0.1 \text{ m/s})^2 + 2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 6.84 \text{ m} \cdot (1 - 0.35 \cdot \text{ctg} 20^\circ)} = 2.3 \text{ m/s}$$

$$v_{sr} = \frac{0.1 + 2.3}{2} = 1.2 \text{ m/s}$$

$$Q = 3600 \cdot \frac{1.2 \text{ m/s}}{1.2 \text{ m}} = 3600 \text{ kom/h}$$

#### VALJKASTI TRANSPORTER

$V_{sr}$  i  $v_k$  imaju iste vrednosti kao kod kliznice tj.  $V_{sr}=1.2 \text{ m/s}$ , a  $v_k=2.3 \text{ m/s}$ .

$$m \cdot \frac{v_k^2 - v_0^2}{2} = m g \cdot l \cdot (\sin \delta - \omega \cdot \cos \delta)$$

$$\omega = \frac{W'_C + 2 W_{rot}}{G}$$

**Otpor ustaljenog kretanja –  $W'_C$**

$$W'_C = \frac{2 G f_r}{d_t} + \frac{(G + n_1 G_0) \mu_z d_z}{d_t}$$

$$W'_C = \frac{2 \cdot 150 \text{ N} \cdot 1 \text{ mm}}{60 \text{ mm}} + \frac{(150 \text{ N} + 3 \cdot 25 \text{ N}) \cdot 0.01 \cdot 10}{60 \text{ mm}} = 5 \text{ N} + 0.375 \text{ N} = 5.375 \text{ N}$$

**Otpor ubrzanja rotacionih masa –  $W_{rot}$**

$$W_{rot} = \frac{k_2 \cdot G_0 \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot l_0}$$

$$W_{\text{rot}} = \frac{0.9 \cdot 25N \cdot (1.2 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 0.2 \text{ m}} = 8.26N$$

$$\omega = \frac{5.375N + 2 \cdot 8.26N}{150N} = 0.146$$

$$\frac{v_k^2 - v_0^2}{2} = g \cdot l \cdot (\sin \delta - \omega \cdot \cos \delta) \quad \text{tj.}$$

$$\frac{v_k^2 - v_0^2}{2} = g \cdot h \cdot (1 - \omega \cdot \text{ctg} \delta) \quad \Rightarrow \quad \frac{(2.3 \text{ m/s})^2 - (0.1 \text{ m/s})^2}{2} = 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 6.84 \text{ m} \cdot (1 - 0.146 \cdot \text{ctg} \delta)$$

$$\text{ctg} \delta = \frac{1 - 0.03934}{0.146} = 6.58 \quad \Rightarrow \quad \text{tg} \delta = \frac{1}{\text{ctg} \delta} = 0.152$$

$$\delta = \arctg 0.152 = 8.64^\circ$$