

GRAVITACIONI TRANSPORTERI

- ♦ Kada između mesta utovara i mesta istovara postoji visinska razlika, umesto da se koristi neki oblik mehaničke energije najpogodnije je da se za promenu prostornih koordinata materijala iskoristi sila gravitacije.
- ♦ Gravitacioni transporteri se izvode ili sa pravolinijskom ili sa prostornom (spiralnom) putanjom.
- ♦ Regulacija brzine se vrši preko sile otpora koja se suprotstavlja kretanju i neophodna je jer slobodno kretanje nije pogodno za tehničku upotrebu zbog opasnosti od oštećenja robe. (U pretovarnim procesima u kojima se kao deo sistema javlja čovek, preporučuje se da brzina tereta ne prelazi 1 m/s, a u sistemima u kojima se ne javlja čovek preporučuje se da brzina ne prelazi $1.3 \div 1.5$ m/s. Razlozi za ovo ograničenje su smanjenje mogućnost povrede, kako čoveka tako i robe koja se transportuje.).
- ♦ Kod kliznica, kretanju tereta se suprotstavlja sila trenja klizanja između materijala koji se transportuje kliznicom i materijala od koga je napravljen oluk kliznice.
- ♦ Kod valjkastih transportera kretanju se suprotstavlja sila trenja kotrljanja tereta preko valjaka i sila trenja u ležajima valjaka.

- ♦ Prema načinu rada i obliku, gravitacioni transporteri se klasifikuju na:

Pravolinijske kliznice (klizni kanali)

- Spiralne kliznice
- Gravitacione vertikalne cevi
- Pneumatske kliznice
- Valjkasti transporteri

KLIZNICE

- ♦ Predstavljaju najprostiji oblik gravitacionih transportera i sastoje se od oluka koji se izrađuje od čeličnog lima i drugih pogodnih materijala (u zavisnosti od vrste materijala koji se njima transportuje).
- ♦ Prema obliku putanje mogu da budu prave ili spiralne, a koriste se za masovni transport i komadne i rasute robe. Oblik preseka oluka je obično trapezni, polukružni, eliptični ili paraboličan.
- ♦ U kliznice se svrstavaju i gravitacione cevi, i one se koriste za transport robe koja nije osetljiva na udare (tj. robe kod koje usitnjavanje ne dovodi do promena kvaliteta). Oblik preseka gravitacionih cevi je ili krug ili pravougaonik. Regulacija brzine kod gravitacionih cevi, koje savlađuju veliko visinsko rastojanje se vrši ugradnjom tzv. stepenica (kolizione ploče u koje materijal udara prilikom pada i tako smanjuje brzinu).
- ♦ Spiralni gravitacioni transporteri se koriste za transport osetljive robe, pri čemu vladaju ograničeni uslovi za realizaciju kliznih kanala, a potrebno je da se savlada veliko visinsko rastojanje. Za transport komadne i rasute robe koja nije prašinasta koriste se otvorene kliznice, dok se za transport prašinaste robe koriste spiralne kliznice smeštene u cev relativno velikog prečnika.

PRIMENA, DOBRE I LOŠE OSOBINE

Zbog veoma jednostavne konstrukcije, nepotrebnog intenzivnog tehničkog održavanja, nekorišćejna mehaničke energije kliznice predstavljaju veoma jeftino pretovarno sredstvo i nalaze primenu u svim privrednim oblastima. Osnovni nedostatak koji se javlja pri pretovaru robe gravitacionim transporterima je otežano precizno regulisanje brzine materijala, što može da dovede do oštećenja robe i habanja klizne površine.

TRANSPORTNI KAPACITET KLIZNICE

Transportni kapacitet kliznice se određuje u zavisnosti od toga da li se radi o transportu komadnog ili rasutog tereta:

KOMADNI TERET

$Q_k = 3600 \cdot \frac{v}{l} \text{ [kom/h]}$, pri čemu je v srednja brzina kretanja tereta po kliznici, i dobija

$$\text{se kao } v = \frac{v_o + v_k}{2}$$

RASUTI TERET

$$Q_t = 3600 \cdot F \cdot v \cdot \psi_p \cdot \gamma_m \quad [\text{kN/h}]$$

ODREĐIVANJE NAGIBA KLIZNICE I BRZINE TERETA

Pri spuštanju materijala niz kliznicu **potencijalna energija**, koju telo ima na početku kliznice se transformiše u **kinetičku energiju tela** i u **rad sile trenja** između tela i oluka kliznice. Ako znamo visinsku razliku transporta $h = l \cdot \sin \delta$, izjednačavanjem energija možemo da odredimo nagib kliznice ili brzinu tereta na kraju iste.

$$m \cdot g \cdot h = m \cdot \frac{v_k^2 - v_0^2}{2} + m \cdot g \cdot \cos \delta \cdot l \cdot \mu_r$$

$$m \cdot g \cdot h = m \cdot \frac{v_k^2 - v_0^2}{2} + m \cdot g \cdot \cos \delta \cdot \frac{h}{\sin \delta} \cdot \mu_r$$

$$g \cdot h = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2} + g \cdot \frac{h}{\sin \delta} \cdot \mu_r \quad \Rightarrow \quad v_k = \sqrt{v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h \cdot (1 - \mu_r \cdot \operatorname{ctg} \delta)}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{2 \cdot g \cdot h \cdot \mu_r}{2 \cdot g \cdot h \cdot (v_k^2 - v_0^2)}$$

Kod *spiralne kliznice* je, pri proračunu, umesto normalne komponente $G_N = G \cdot \sin \delta$, potrebno je u obzir uzeti *rezultujuću silu* koja se dobija kao *vektorski zbir centrifugalne sile i normalne komponente* G_N , $\vec{R}_N = \vec{C} + \vec{G}_N$

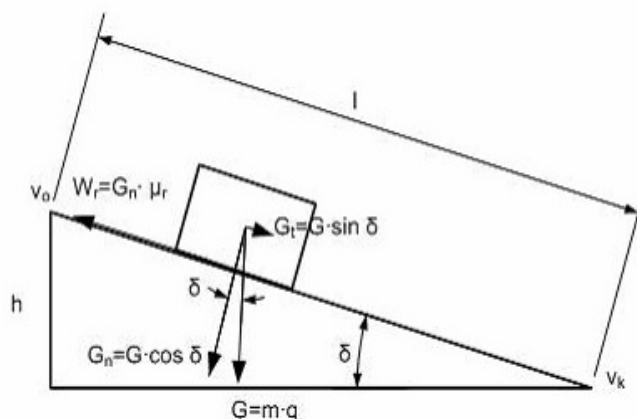
Kako je kod spiralne kliznice korak $h_s = D_i \cdot \pi \cdot \tan \delta_i = D \cdot \pi \cdot \tan \delta = D_s \cdot \pi \cdot \tan \delta_s = \text{const}$, i kako je

$D_i < D < D_s$, onda mora da je zadovoljeno da $\operatorname{tg} \delta_i > \operatorname{tg} \delta > \operatorname{tg} \delta_s$, odnosno da je

$$\delta_i > \delta > \delta_s$$

KLIZNICE

Zadatak 1. Konceptijom pretovarnog procesa predviđeno je da se paketi težine 60N spuštaju gravitacionom kliznicom koja savlađuje visinsku razliku os 3m. Početna brzina tereta iznosi 0.5 m/s. Tehnološki proces zahteva ostvarenje proizvodnosti od 1500 kom/h. Pronaći dužinu i nagib kliznice ako je koeficijent trenja između paketa i površine kliznog kanala $\mu_r=0.8$ a razmak $a=1m$.



Rešenje

$$G = 60N$$

$$h = 3m$$

$$Q_k = 1500 \text{ kom/h}$$

$$\mu_r = 0.8$$

$$a = 1m$$

$$m \cdot \frac{v_k^2 - v_0^2}{2} = mg \cdot l \cdot \sin \delta - mg \cdot \mu_r \cdot l \cdot \cos \delta$$

$$\frac{v_k^2 - v_0^2}{2} = g \cdot l \cdot (\sin \delta - \mu_r \cdot \cos \delta) \text{ kako je } l = \frac{h}{\sin \delta} \text{ to sledi}$$

$$\frac{v_k^2 - v_0^2}{2} = g \cdot h \cdot (1 - \mu_r \cdot \operatorname{ctg} \delta) \quad (1)$$

$$Q_k = 3600 \frac{v_{sr}}{a} \Rightarrow v_{sr} = \frac{Q_k \cdot a}{3600} = \frac{1500 \cdot 1}{3600} = 0.42 \frac{m}{s}$$

$$v_{sr} = \frac{v_k + v_0}{2} \Rightarrow v_k = 2v_{sr} - v_0 \Rightarrow v_k = 0.34 \frac{m}{s}$$

$$\text{iz (1)} \quad \mu_r \cdot \operatorname{ctg} \delta = 1 - \frac{v_k^2 - v_0^2}{2 g h} \text{ tj. } \operatorname{tg} \delta = \frac{\mu_r}{1 - \frac{v_k^2 - v_0^2}{2 g h}}$$

$$\delta = \arctg\left(\frac{\mu_r}{1 - \frac{v_k^2 - v_0^2}{2gh}}\right) = \arctg\left(\frac{0.8}{1 - \frac{0.34^2 - 0.5^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 3}}\right) = \arctg 0.7981 = 38.6^\circ$$

$$\delta = 38^\circ 35' 46''$$

$$l = \frac{h}{\sin \delta} = \frac{3}{\sin 38.6^\circ} = 4.81 \text{ m}$$

$$l = 4.81 \text{ m}$$

Zadatak 2. Punjenje bunkera za proizvodnju šljunka obavlja se kliznim kanalom. Neophodno je ostvariti proizvodnost od 9000 t/h. Konfiguracija terena zahteva visinsku razliku od 5m. Pronaći dužinu kliznice ako su poznate sledeće veličine:

- ♦ $F=0.5 \text{ m}^2$ (površina poprečnog preseka)
- ♦ $\gamma = 1.667 \text{ t/m}^3$ (specifična zapreminska masa)
- ♦ $v_0=0.2 \text{ m/s}$ (brzina na početku kliznice)
- ♦ $\mu_r=0.8$ (koeficijent trenja)

Rešenje

$$Q_t = 9000 \text{ t/h}$$

$$h = 5 \text{ m}$$

$$Q_t = 3600 \cdot F \cdot v \cdot \gamma \Rightarrow v = \frac{Q_t}{3600 \cdot F \cdot \gamma} = \frac{9000}{3600 \cdot 1.667 \cdot 0.5} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{sr} = \frac{v_k + v_0}{2} \Rightarrow v_k = 2v - v_0 \Rightarrow v_k = 5.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Iz prethodnog zadatka je

$$\delta = \arctg\left(\frac{\mu_r}{1 - \frac{v_k^2 - v_0^2}{2gh}}\right) = \arctg\left(\frac{0.8}{1 - \frac{5.8^2 - 0.2^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 5}}\right) = \arctg 1.217 = 50.6^\circ$$

$$\delta = 50^\circ 34' 48''$$

$$l = \frac{h}{\sin \delta} = \frac{5}{\sin 50.6^\circ} = 6.47 \text{ m}$$

$$l = 6.47 \text{ m}$$