

gdje je  $m_v$  ukupna masa koja se pravocrtno giba i treba je kočenjem zaustaviti,  $v_v$  brzina vožnje,  $r_{kt}$  polumjer voznog kotača,  $i = n_k/n_{kt}$  prijenos osovina kočnice-vozni kotač,  $n_{kt}$  brzina vrtnje voznog kotača,  $F_{vj}$  sila vjetra (umnožak pritiska vjetra  $w_{vj}$  i površine plohe izložene vjetru  $S$ ), a  $F_v$  otpor vožnje. Ostale su veličine kao u izrazu (35).

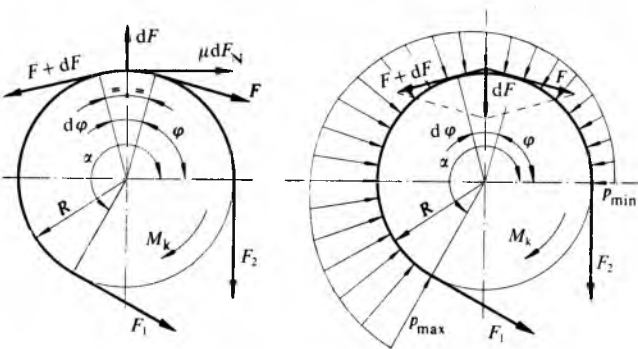
Prvi i drugi član izraza (36) odgovaraju momentima inercijskih sila kočenih masa koje se gibaju pravocrtno, odnosno koje rotiraju, treći član je moment vjetra, a četvrti moment otpora vožnje koji pomaže kočenju. Momente na voznom kotaču potrebno je preračunati na osovinu kočnice, uzimajući u obzir korisnost pogonskog mehanizma  $\eta$ . Utjecaj momenta inercijske sile kočenih masa koje se gibaju pravocrtno ne može se zanemariti, ali često je dovoljno da se izračuna samo taj moment i moment otpora vožnje, a ostali momenti mogu se obuhvatiti dodatkom od 10...20%.

Pojasne kočnice koče postepeno, tj. bez naglih zahvata što nastaju pri kočenju dvočeljusnim kočnicama opterećenima utegom. Pojas omotan oko kola kočnice ima veliku tarnu površinu, pa su specifični pritisci maleni i za male promjere kola kočnice. Zato su pojasne kočnice manje od dvočeljusnih i prikladnije su za snažna kočenja. Kolo pojasne kočnice slabo se hladi, jer je velik dio površine vijenca kola pokriven pojaskom kočnice. Veliki je nedostatak pojasnih kočnica što osovinu veoma opterećuju na savijanje. Novije konstrukcije dvočeljusnih kočnica sve više istiskuju pojasne kočnice.

Čelični pojas s pričvršćenom oblogom, prebačen oko kola kočnice i pritegnut, djeluje kao kočnica. Za proračun pojasnih kočnica treba znati koliko se mora pritegnuti pojas da bi se dobio potrebni okretni moment (sl. 103). Omjer sila zatezanja pojasa  $F_1$  i  $F_2$  iznosi

$$\frac{F_1}{F_2} = \exp(\mu\alpha), \quad (37)$$

gdje je  $\mu$  koeficijent trenja između pojasa i kola kočnice koji ovisi o materijalu obloge pojasa, a  $\alpha$  kut obuhvatavanja pojasa.



Sl. 103. Površinski pritisak na pojasku kočnice

Da bi se zakočilo djelovanje obodne sile  $F_{obd}$ , ona treba da bude

$$F_{obd} \leq F_1 - F_2 = F_2[\exp(\mu\alpha) - 1] = \frac{M_k}{R}, \quad (38)$$

gdje je  $M_k$  moment kočenja, a  $R$  polumjer kola kočnice. Pomoću izraza (38) određuju se potrebne sile zatezanja pojasa  $F_1$  i  $F_2$  ( $F_1$  maksimalna,  $F_2$  minimalna sila):

$$F_2 = \frac{F_{obd}}{\exp(\mu\alpha) - 1} = \frac{M_k}{R} \cdot \frac{1}{\exp(\mu\alpha) - 1}, \quad (39)$$

$$F_1 = F_2 \exp(\mu\alpha) = \frac{M_k}{R} \cdot \frac{\exp(\mu\alpha)}{\exp(\mu\alpha) - 1}. \quad (40)$$

Izbor promjera kola pojasne kočnice i kontrola opterećenosti, odnosno kontrola zagrijavanja pojasne kočnice obavlja se na isti način kao i za dvočeljusne kočnice. Ako se kontrola provodi pomoću specifične tarne snage  $p_{vu}$ , treba uzeti u obzir da je specifični pritisak  $p$  između pojasa i kola kočnice na različitim mjestima oboda kola različit. Najveći specifični

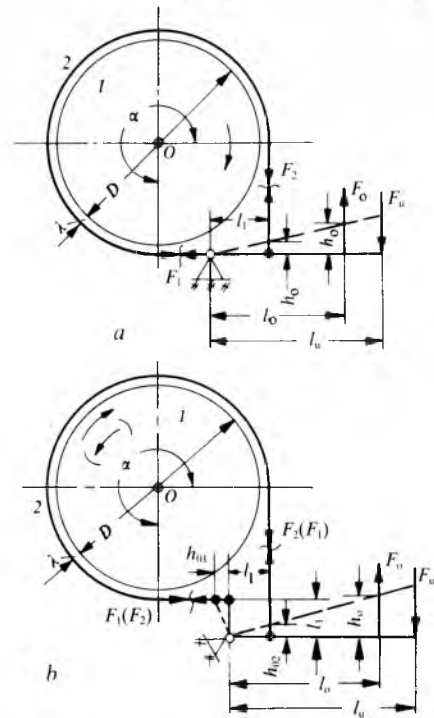
pritisak  $p_{max}$  nastaje na kraju pojasa na koji nailazi kolo, a najmanji  $p_{min}$  s kojega silazi kolo (sl. 103). Vrijednosti specifičnih pritisaka iznose:  $p_{max} = F_1/(Rb)$ ;  $p_{min} = F_2/(Rb)$ , gdje je  $b$  širina pojasa kočnice. Specifična tarna snaga određuje se prema  $p_{max}$ .

Najčešće se upotrebljavaju jednostavna pojasna kočnica i sumarna pojasna kočnica (sl. 104). Moment kočenja jednostavne pojasne kočnice ovisi o smjeru vrtnje, pa zbog toga ona nije prikladna za mehanizme za vožnju. Sila  $F_u$  koja treba djelovati na polugu kočnice da bi se proizveo zahtijevani okretni moment može se odrediti pomoću izraza

$$F_u = \frac{F_2 l_1}{l_u} = \frac{M_k}{R} \cdot \frac{1}{\exp(\mu\alpha) - 1} \cdot \frac{l_1}{l_u}. \quad (41)$$

Sumarna pojasna kočnica daje za oba smjera vrtnje jednaki moment kočenja. Sila  $F_u$  može se za tu kočnicu izračunati iz izraza

$$F_u = (F_1 + F_2) \frac{l_1}{l_u} = \frac{M_k}{R} \cdot \frac{\exp(\mu\alpha) + 1}{\exp(\mu\alpha) - 1} \cdot \frac{l_1}{l_u}. \quad (42)$$



Sl. 104. Pojasne kočnice. a jednostavna pojasna kočnica, b sumarna pojasna kočnica; 1 kolo kočnice, 2 pojas kočnice

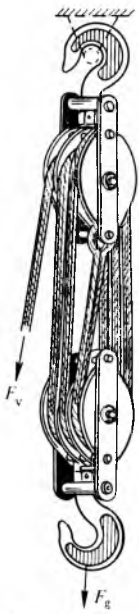
## DIZALA

### Male dizalice

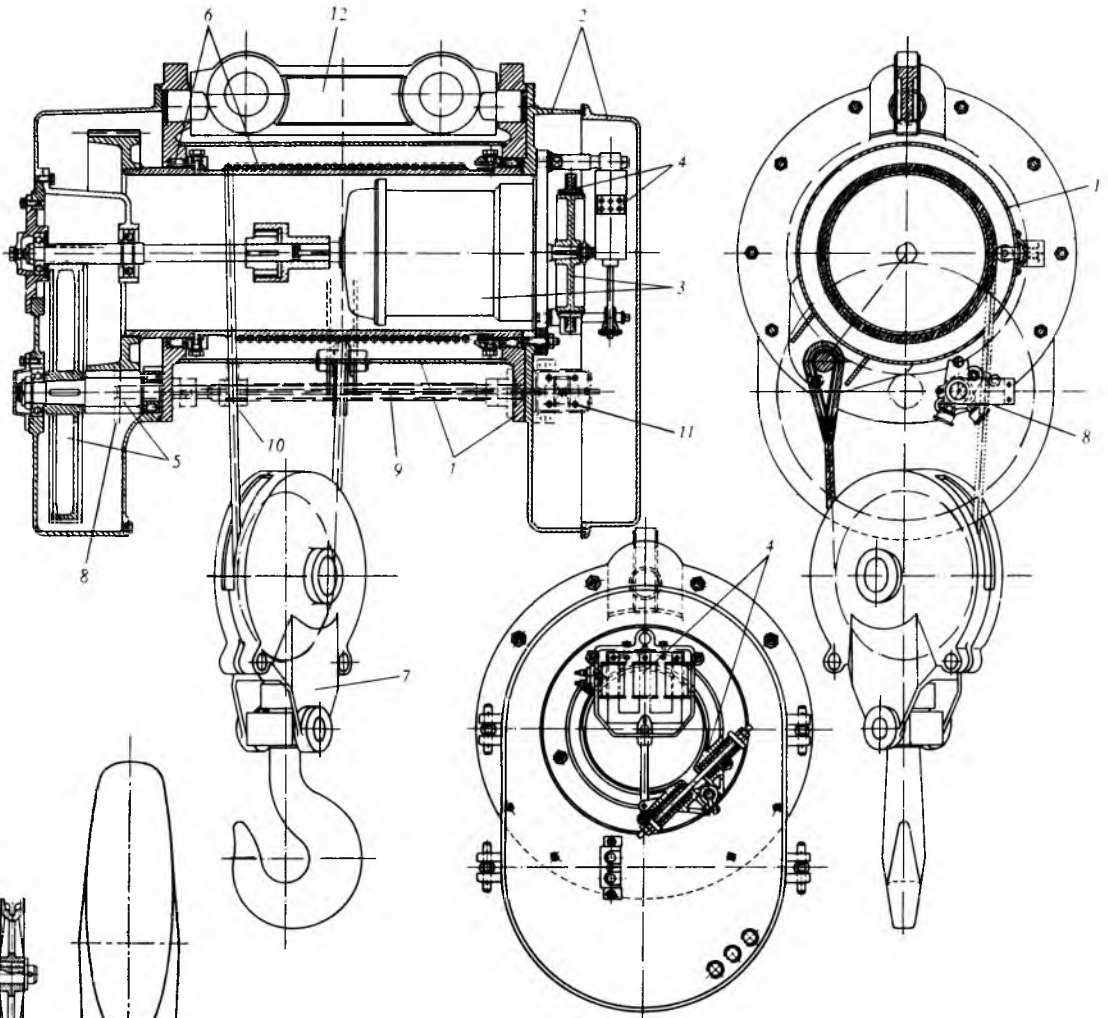
Za prigodno dizanje tereta, tj. ono koje se rijetko i neredovito obavlja, upotrebljavaju se male dizalice veoma različitih konstrukcijskih oblika. Podne dizalice imaju male visine dizanja, a ovesne dizalice pomoću užeta ili lanca ostvaruju velik podizaj.

**Ovesne dizalice.** Najstarije i najpoznatije ručne dizalice jesu koloturice (sl. 105) s konopom ili čeličnim užetom omotanom oko više užetnika. S obzirom na njihov prijenosni omjer izgrađuju se samo do nosivosti 250 kg. Na montažnim radovima koloturice potiskuju pužni čekrci (sl. 106) i čekrci s čelnim zupčanicima (sl. 107) jer se njima mnogo lakše rukuje. Da bi promjer zakretanja nosivog elementa bio što manji, daje se prednost lancima. Pogon je ručni pomoću beskonačnog lanca prebačenoga preko lančanika.

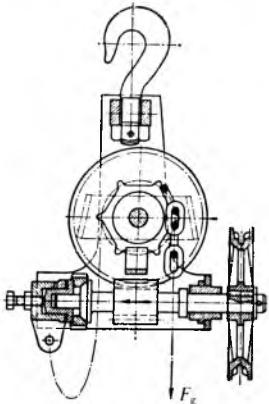
**Pužni čekrci** grade se za nosivost 0,5...25 t i za visinu dizanja do 10 m, vlastite mase 25...700 kg i korisnosti  $\eta = 0,55...0,70$ . Kao nosivi lanci za terete do 10 t upotrebljavaju se kolutni lanci, a za terete veće od 10 t zglobni lanci.



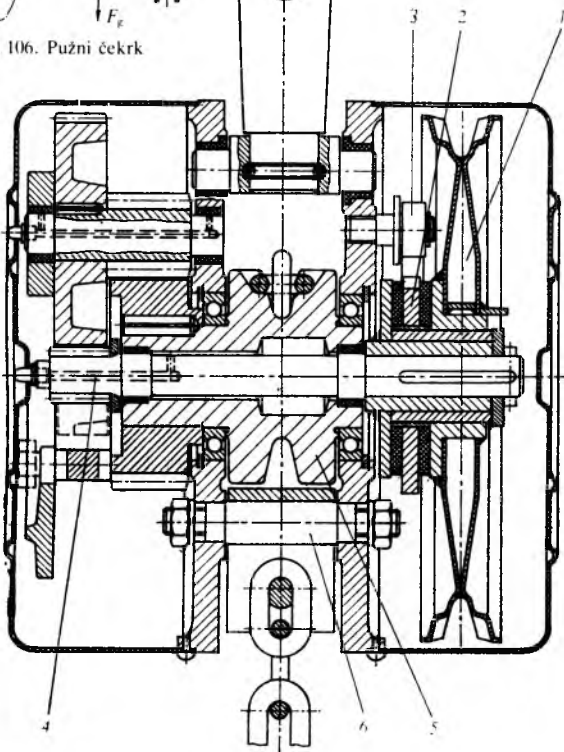
Sl. 105. Kolotur



Sl. 108. Električni čekrk nosivosti 5 t. 1 i 2 okrilje, 3 elektromotor i kolo kočnice, 4 pojasna kočnica i elektromagnetni otkočnik, 5 zupčani prijenosnik, 6 bubanj i ležaj, 7 sklop kuke, 8, 9 i 10 vreteno za vođenje užeta, 11 granični prekidač dizanja, 12 ovjesište



Sl. 106. Pužni čekrk



Sl. 107. Čekrk s čelnim zupčanicima nosivosti 3,2 t. 1 lančanik za ručni lanac, 2 i 3 kočnica sa zadržaćem, 4 mali zupčanik, 5 pogonski lančanik, 6 ovješanje lanca

Čekrci s čelnim zupčanicima u usporedbi s pužnim čekrcima istog prijenosa teži su i skuplji, ali imaju bolju korisnost (0,75...0,85) pa je potrebna manja pogonska sila. Izrađuju se za nosivost 0,25...10 t i visinu dizanja do 10 m.

Za učestala dizanja upotrebljavaju se *motorne dizalice*. Za nosivost od 0,5...8 t najčešće se upotrebljava najrašireniji tip motorne dizalice: *užetni električni čekrk* (sl. 108). Postoje i električni čekrci nosivosti do 32 t. Normalne visine dizanja iznose ~10 m, a iznimno i do 40 m, brzina je dizanja obično 0,1...0,2 m/s, a ako je ugrađen mehanizam za polagano dizanje, moguće su i brzine od samo 0,02...0,03 m/s. Električni čekrk može biti izrađen tako da se objesi o nepomičnu gredu, odnosno nosač, pa se njim radi na jednom mjestu. Kad ima mehanizam za vožnju, onda služi kao vitlo koje se kreće po nosaču, ili kao vitlo na dvije tračnice.

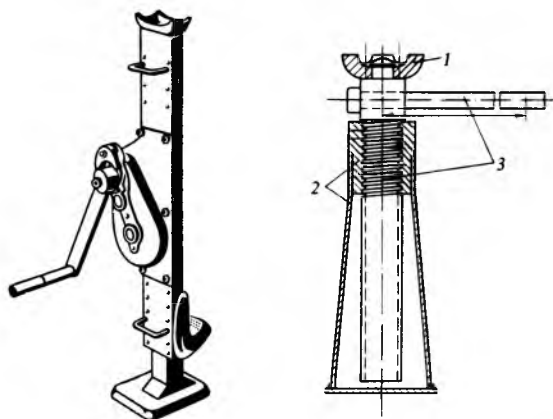
Ako se čekrk s čelnim zupčanicima (sl. 107) opremi motornim pogonom, dobiva se *lančani električni čekrk* (sl. 109). Takvi su čekrci po dimenzijama i težini mnogo manji od onih s užetima. Upotrebljavaju se za dizanje manjih tereta, do ~5 t. Umjesto elektromotora, pogon lančanog čekrka može biti i zračnim motorom, pa je to onda *lančani pneumatski čekrk*. Pogon komprimiranim zrakom omogućuje jednostavnu i robustnu konstrukciju s lakim reguliranjem brzine dizanja pomoću jednostavnih prigušnih ventila. To povećava sigurnost rada u prostorijama gdje postoji opasnost od eksplozije i vatre.



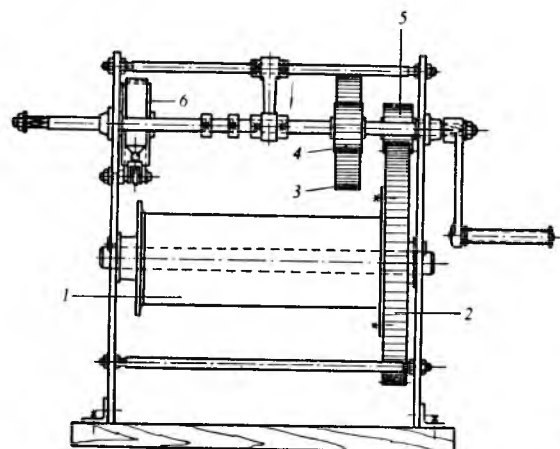
Sl. 109. Lančani električni čekrk

**Podne dizalice.** Među male podne dizalice s ručnim pogonom ubrajaju se zupčana podna dizalica, vijčana podna dizalica i hidraulička dizalica.

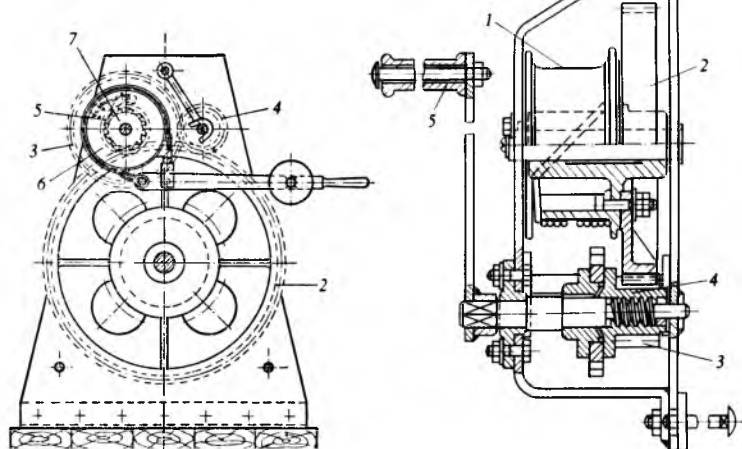
**Zupčane podne dizalice** (sl. 110a) tako su građene da ozubnica ostaje nepomična, a okrilje se diže, ili okrilje miruje, a diže se ozubnica. Imaju nosivost 2...30 t, visinu dizanja 0,3...0,7 m i korisnost 0,5...0,7.



Sl. 110. Podne dizalice. a zupčana podna dizalica, b vijčana podna dizalica; 1 oslonac, 2 stalak s maticom, 3 vijčano vreteno s ručnom polugom



Sl. 111. Podno vitlo. 1 bubanj, 2 zupčanik bubnja, 4 mali zupčanik u zahvatu sa zupčanicima 2 ili 3, 5 mali zupčanik u zahvatu sa 2, 6 pojasna kočnica, 7 zadržać



Sl. 112. Zidno vitlo. 1 bubanj, 2 i 3 prijenosnik, 4 kočnica, 5 ručica

**Vijčane podne dizalice** (sl. 110b) obično su manje po visini od zupčanih podnih dizalica. Nosivost im je 2...35 t, a visina dizanja 0,2...0,4 m. Jednovožno samokočno vijčano vreteno razlog je maloj korisnosti ( $\eta = 0,3...0,4$ ). U usporedbi sa zupčanim dizalicama vijčane su dizalice jeftinije, ali se njima diže polaganije. Upotrebljavaju se više za podupiranje nego za izmjenično dizanje i spuštanje.

**Hidraulička podna dizalica** već je opisana uz sl. 76.

### Vitla

Naprave za dizanje ili povlačenje tereta, najčešće pomoću čeličnog užeta koje se namata na bubanj ili pogonski užetnik, nazivaju se vitla. Postoji mnogo različitih tipova vitala, od kojih su najbrojnija podna i zidna vitla, manevarska vitla, vitla granika (koja su uz pojedine granike prikazana u poglavlju *Granici*) i vitla liftova.

**Podna vitla** najviše služe kao pomoćna sredstva na montažama. Imaju gladak bubanj na koji se u nekoliko redova namata čelično uže dugo i do 300 m. Pogon je bubnja ručni (sl. 111) ili motorni. Vlačna sila ručnog podnog vitla normalne izradbe iznosi do 50 kN, a specijalne izradbe ili one s motornim pogonom može biti dvostruko veća.

**Zidna vitla** (sl. 112) pričvršćuju se na zid ili stup, a vlačna sila iznosi do 20 kN.

**Manevarska vitla** imaju horizontalni ili vertikalni tarni bubanj. Za razliku od podnog vitla gdje je jedan kraj užeta pričvršćen za bubanj, oko tarnog bubnja uže je nekoliko puta ovijeno, a oba su kraja užeta slobodna. Okretanjem bubnja jedan se slobodni kraj užeta povlači silom  $F$  (sl. 113a), pa se zbog trenja između užeta i bubnja drugim slobodnim krajem užeta može povlačiti teret silom  $F_t$ . Omjer tih dviju sila iznosi

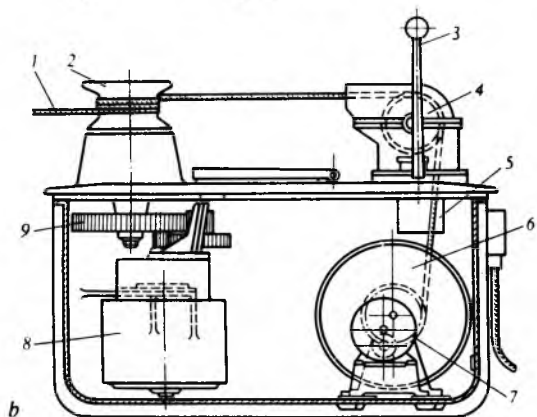
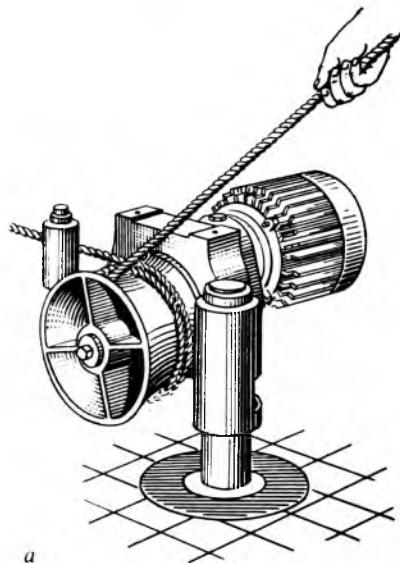
$$F_t/F = \exp(\mu\alpha), \quad (43)$$

gdje je koeficijent trenja za čelično uže na bubnju  $\mu = 0,09...0,12$ , za konopljano uže na bubnju  $\mu = 0,25...0,3$ , a  $\alpha$  je obuhvatni kut.

Manevarsko vitlo, dakle, omogućuje rad s dugačkim užetom na malom bubnju. Ako se slobodni dio užeta povlači rukom, maksimalna brzina povlačenja tereta nije veća od 0,5 m/s, a daljina je povlačenja ~100 m. Za veće daljine povlačenja, do 600 m, potrebno je osigurati samostalno namatanje slobodnog kraja užeta (sl. 113b).

Manevarska vitla izrađuju se za vlačne sile 1,25...50 kN. Služe za povlačenje vagona i brodova, a na brodovima se upotrebljavaju za dizanje sidra i povlačenje različitih tereta. Normalno se manevarskim vitlima s tarnim bubnjevima

horizontalno povlače tereti, dok za dizanje tereta dolaze u obzir samo ako pad tereta ne bi bio opasan.



Sl. 113. Manevarsko vitlo, *a* s horizontalnim bubnjem, *b* s vertikalnim bubnjem; 1 uže omotano tri ili četiri puta oko tarnog bubnja 2, 3 ručica, 4 užetnik, 5 pokretač s ručicom, 6 bubanj za namatanje slobodnog kraja užeta što ga pokreće pomoćni motor 7, 8 glavni motor, 9 prijenosnik

**Podizne platforme**

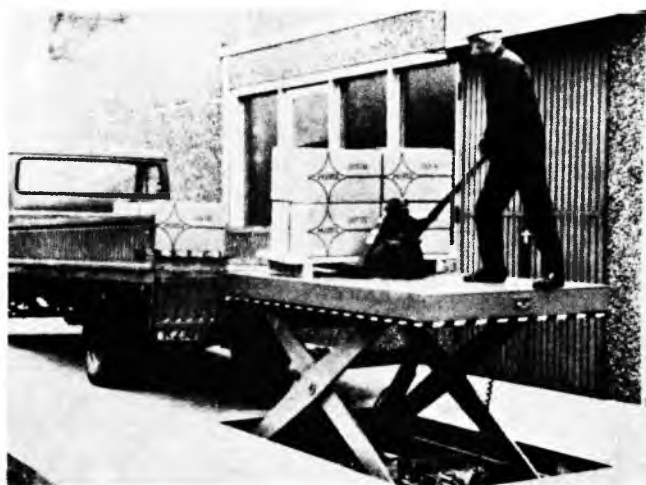
Podizne platforme u prvom redu služe da sigurno drže predmete ili osobe na nekoj odabranoj visini. Među podizne platforme ubrajaju se podizni stolovi, pretovarne platforme i radne platforme.

**Podizni stolovi** izravnavaju visinske razlike pri posluživanju strojeva dijelovima koji se na njima obrađuju. Često se podižu sustavom škara (sl. 114) koje pokreće hidraulički cilindar. Za manje učine hidraulički kružni tok osigurava se ručnim ili nožnim pogonom, a za veće elektromotornim. Uobičajena nosivost podiznih stolova iznosi 0,5...5 t, a onih teških i do 50 t. Uobičajene su visine dizanja do ~1,45 m.



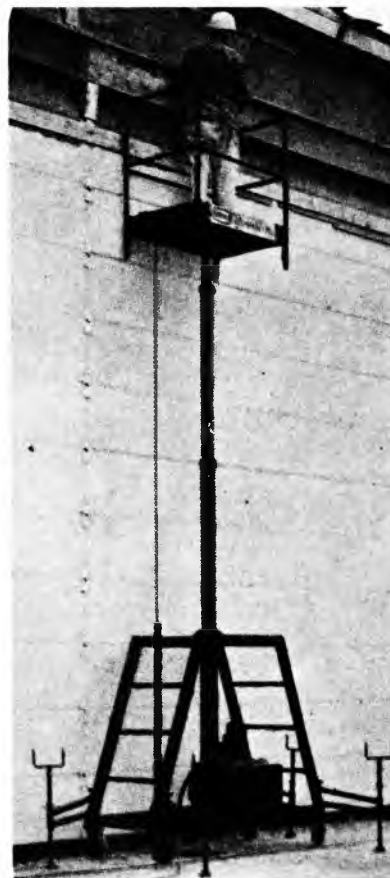
Sl. 114. Podizni stol nosivosti 5 t

**Pretovarne platforme** (sl. 115) podižu i spuštaju terete između poda i površine pri pretovaru na vozilima ili na utovarnoj rampi. Nosivost pretovarnih platformi iznosi 0,5 i 20 t, a visina dizanja 1,5...2,5 m. Vodilice su platforme u jednom ili dva stupa, a platforma se podiže i spušta pomoću podiznog užeta ili hidraulički.



Sl. 115. Pretovarna platforma

**Radne platforme** (sl. 116) podižu radnike do visokih mjesta gdje treba obaviti kratkotrajne poslove održavanja, popravka i čišćenja, ili manje montažne radove. Nosivost je radnih platformi 120...500 kg, tako da se na njih mogu smjestiti 1...4 radnika s potrebnim alatom. Visine dizanja iznose 3...15 m. Manje se platforme podižu ručno pomoću vijčanog vretena ili hidrauličkog cilindra, a veće imaju motorni pogon, najčešće s hidrauličkim prijenosom sila na pokretne dijelove. Za visine dizanja veće od ~5 m vrlo se često upotrebljavaju teleskopski podizni stupovi.



Sl. 116. Radna platforma

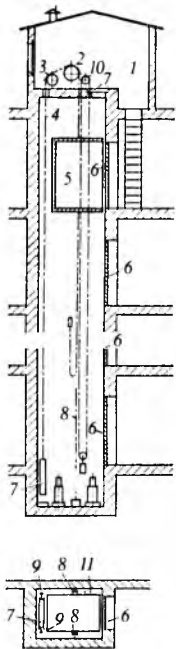
## Liftovi i eskalatori

Liftovi su stacionarna dizala u zgradama ili na gradnjama. Kabina (ili koš) za prenošenje tereta kreće se među čvrstim vodilicama i neprestano je vezana za nosivo sredstvo (npr. čelično uže). Ulazak ili izlazak osoba, te utovar i istovar robe provodi se samo na predviđenim stajalištima lifta. Među stacionarne liftove ubrajaju se liftovi na brodovima.

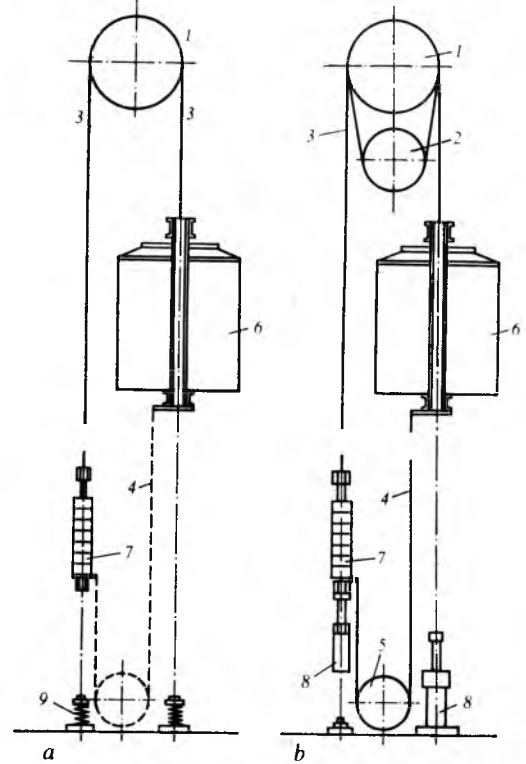
Najvažnije grupe liftova jesu: užetni, hidraulički i lančani liftovi. Za gradnju i upotrebu liftova postoje posebni propisi.

**Užetni lift** (sl. 117) najčešće ima pogonski užetnik smješten na vrhu okna lifta. Pogonski užetnik okreće uže kojemu su na krajevima pričvršćeni kabina i protuužeg. Kabina i protuužeg kreću se u čvrstim vodilicama uzduž okna lifta. Na svakom katu okno ima otvore s vratima za ulazak i izlazak iz lifta, odnosno stajališta za utovar i istovar.

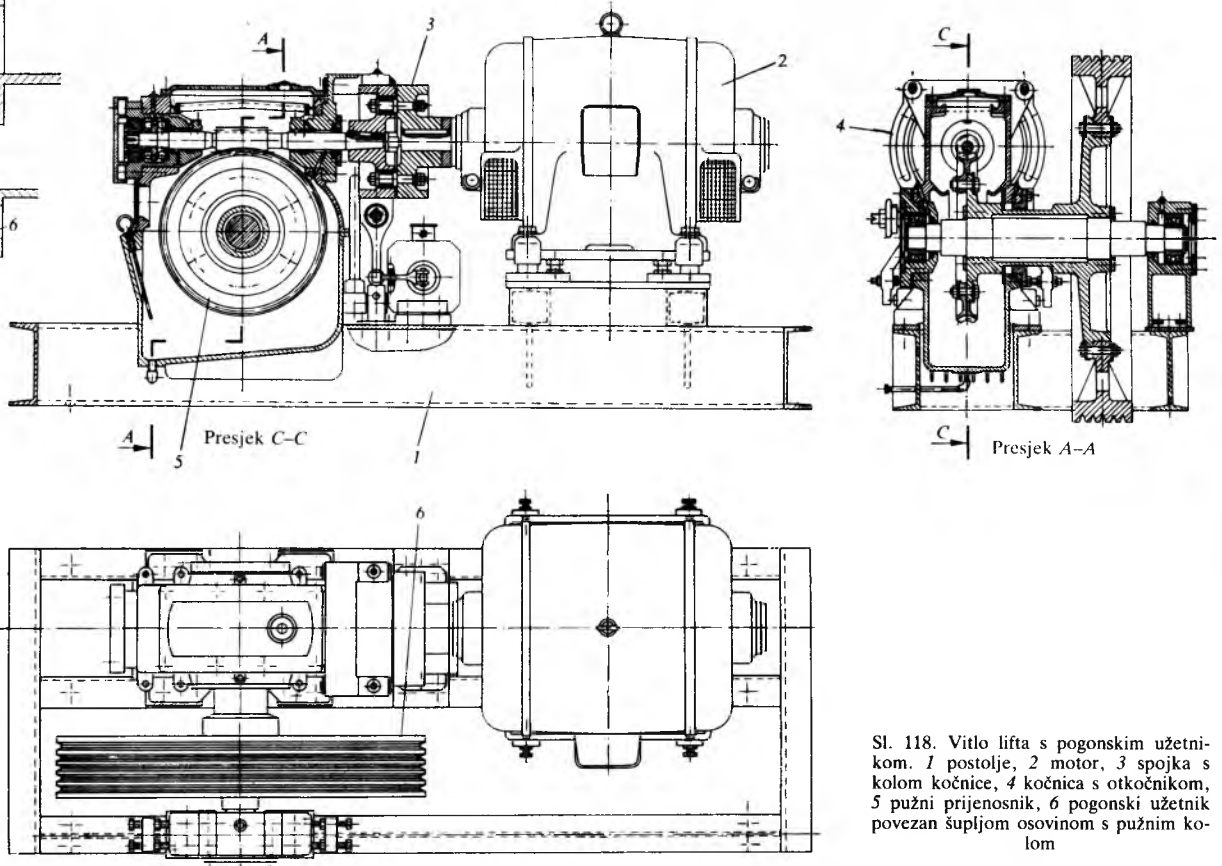
U prošlosti su užetni liftovi imali pogonsko vitlo s bubnjem. Nedostatak je takve konstrukcije u tome što veličina bubnja ograničava visinu dizanja. Početkom XX st. razvijeno je vitlo lifta s pogonskim užetnikom (sl. 118), a kako visina dizanja ne ovisi o pogonskom užetniku, bubanj je gotovo sasvim istisnut iz pogonskog dijela lifta. Kretanje užeta i pogon lifta ostvaruju se trenjem između užeta i pogonskog užetnika. U tu je svrhu na pogonskom užetniku



Sl. 117. Užetni lift. 1 prostorija za vitlo lifta, 2 pogonski užetnik, 3 vodeći užetnik, 4 nosivo uže, 5 kabina, 6 vrata na oknu lifta, 7 protuužeg, 8 vodilice kabine, 9 vodilice protuužega, 10 savitljivi kabel s upravljačkim vodovima pričvršćen za dno kabine, 11 odbojnici za kabine



Sl. 119. Raspored užetnika i užeta lifta s pogonskim užetnikom i pogonskim strojem smještenim gore. a bez protuužetnika, b s protuužetnikom; 1 pogonski užetnik, 2 protuužetnik, 3 nosiva užeta, 4 donja užeta, 5 naponski užetnik, 6 kabina, 7 protuužeg, 8 uljni odbojnik, 9 opružni odbojnik



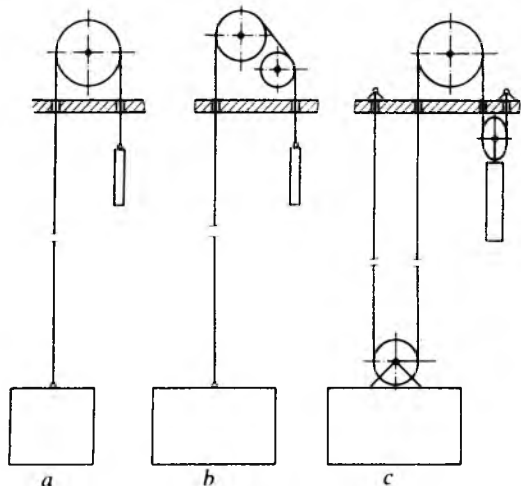
Sl. 118. Vitlo lifta s pogonskim užetnikom. 1 postolje, 2 motor, 3 spojka s kolom kočnice, 4 kočnica s otkočnikom, 5 pužni prijenosnik, 6 pogonski užetnik povezan šupljom osovinom s pužnim kolom

sl. 120. Vodenje užeta prikazano na sl. 120c pretežno se primjenjuje za teretne liftove velike nosivosti.

Pogonsko vitlo lifta obično je smješteno iznad okna lifta, jer je pogon lošiji ako se vitlo nalazi na dnu pokraj okna.

Za brzine vožnje do 2 m/s pogonski užetnik ima pogon pomoću trofaznog motora preko pužnog prijenosnika. Za liftove s brzinama većim od 2 m/s upotrebljava se sporohodni istosmjerni elektromotor ( $n < 2,5 \text{ s}^{-1}$ ) kojemu je na osovini izravno pričvršćen pogonski užetnik i kolo kočnice. Kontinuirana promjena brzine vožnje postiže se Ward-Leonardovim spojem, a u posljednje vrijeme upravljanjem pomoću tiristora.

Osobni liftovi mogu nositi 4...20 osoba, a brzina vožnje iznosi 0,5...4 m/s. Teretni liftovi imaju nosivost 0,32...5 t s brzinom vožnje od ~0,5 m/s. Postoje užetni liftovi nosivosti i do 20 t, i osobni liftovi u neboderima kojima brzina vožnje doseže i 8 m/s.



Sl. 120. Sheme ovješena kabine i protutege. a izravno ovješeno s obuhvatnim kutom od 180°, b izravno ovješeno za široku kabina, c ovješeno preko kolotura

**Hidraulički lift** (sl. 121) ima koš, odnosno kabina, obično izravno oslonjenu na tlačni klip vođen u cilindru kojemu pogonski uređaj lifta dobavlja stlačeno ulje. Tlačni klip može biti jednostepeni ili dvostepeni teleskopski. Konstrukcija bez rupe za cilindar ispod okna lifta ima kabina obješenu na traverzu koju podižu i spuštaju dva jednostepena ili višestepena tlačna klipa smještena uz bokove kabine.

Hidraulički se liftovi upotrebljavaju u skladištima, velikim garažama, bolnicama i sl. za dizanje velikih tereta na male visine (2...3 kata). Prednosti hidrauličkih liftova prema užetnim liftovima s gore smještenim vitlom jesu: konstrukcija je samonosiva, pa zidovi okna mogu biti slabije izvedeni; ne trebaju izgrađeni prostor na krovu za smještaj vitla, jer im se pogonsko postrojenje nalazi na dnu okna u blizini tlačnog klipa; nemaju protutege, pa je presjek okna manji; ne trebaju napravu za hvatanje, jer kabina ne može pasti; troškovi su održavanja niski.

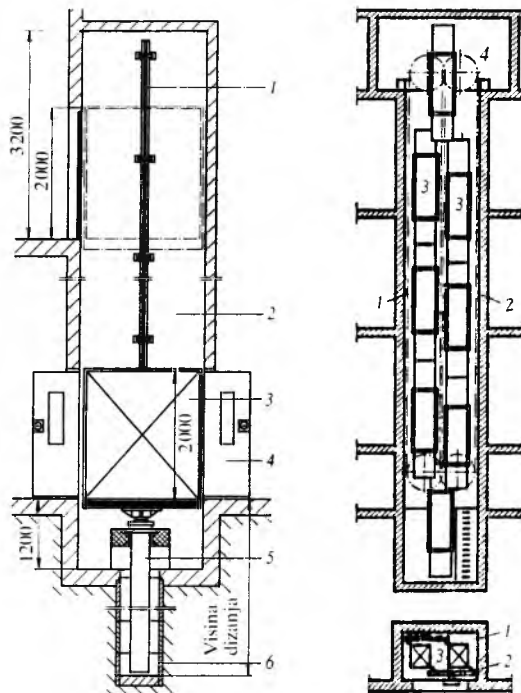
Glavni su nedostaci hidrauličkih liftova: ograničena visina dizanja od samo 10...12 m i male brzine vožnje od 0,2...0,4 m/s (iznimno do 0,8 m/s). S teleskopskim cilindrima mogu se postići i visine dizanja veće od 20 m, ali se tada povećava opasnost od pogonskih smetnji.

Nosivost hidrauličkih liftova iznosi do 50 t (pogonski tlak 10 MPa). Za nosivosti 1...5 t mjerodavna je visina dizanja i brzina vožnje kad se u tehničkom pogledu odlučuje između hidrauličkog i užetnog lifta. Iznad ~5 t nosivosti užetni su liftovi neekonomični. Pogonska snaga za hidrauličke liftove veća je nego za liftove s pogonskim užetnikom iste nosivosti, jer hidraulički liftovi nemaju protutege, a to čini i veće brzine neekonomičnima. Za pogon uljne pumpe služi trofazni elektromotor.

**Kružeci lift (paternoster)** (sl. 122) ima na čitavom putu u jednakim razmacima porazdjeljene kabine koje neprestano kruže i u koje ljudi ulaze i izlaze za vrijeme vožnje. Kabine

su s prednje strane otvorene, a obješene su o dva precizna lanca koja se neprestano kreću preko dva lančanika smještena na vrhu i dva na dnu okna. Jedan je par lančanika pogonski, a drugi par služi kao uređaj za napinjanje. Na otvorima okna nema vratiju. Brzina je vožnje ~0,3 m/s. U jednoj kabini smiju biti najviše dvije osobe. Maksimalna visina dizanja kružeci liftova ne smije prelaziti 10 katova. Veoma su prikladni za uredske zgrade, ali ih ne smiju upotrebljavati invalidi niti se njima smije prenositi roba, pa se zato uz kružeci liftove uvijek postavljaju i normalni liftovi.

Postoje i posebni manji kružeci liftovi za prijenos robe kao što su spisi, knjige lijekovi i sl., a zovu se *kružeci liftovi za spise*.



Sl. 121. Hidraulički lift. 1 vodilica, 2 okno lifta, 3 kabina, 4 vrata na oknu, 5 cilindar, 6 zaštitna cijev

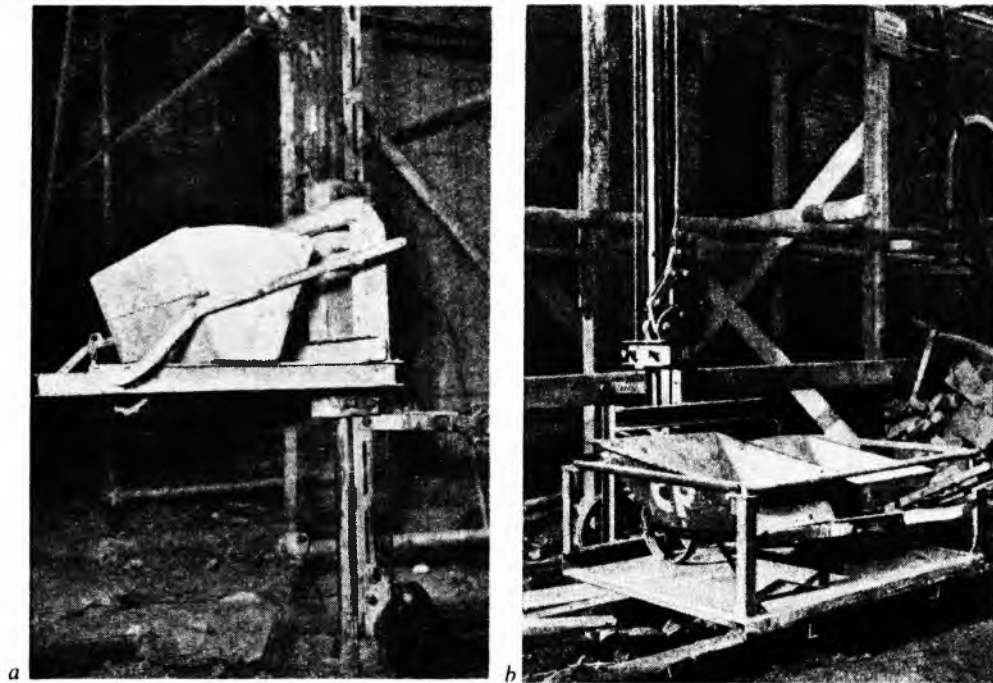
Sl. 122. Kružeci lift (paternoster). 1 stražnji lanac, 2 prednji lanac, 3 kabina, 4 prostor za pogonski stroj

**Građevinski liftovi** služe za transport materijala, a eventualno i ljudi pri izvođenju građevinskih radova. Najčešće su postavljeni na vanjskoj strani zgrade koja se gradi. Osim *malog građevinskog lifta* (sl. 123a), postoji i *građevinski lift s oknom* i *brzi građevinski lift*. Okno građevinskog lifta s oknom sastavljeno je kao slobodno stojeća čelična skela na kojoj su učvršćene dvije vodilice za vozni koš. Pogonsko postrojenje lifta s bubnjem na koji se namata čelično uže smješteno je na zemlji. Nosivost takva lifta iznosi do 2 t, a visina dizanja do 40 m. Građevinski liftovi s oknom sve se više upotrebljavaju za vrlo visoke gradnje, jer pri nosivosti od ~1,5 t mogu imati visinu dizanja do 200 m. Međutim, na montažnim gradnjama s već ranije dogotovljenim elementima zgrade prikladniji su građevinski granici.

**Brzi građevinski lift** (sl. 123b) ima vozni koš izveden poput jednostavne platforme s ogradom. Koš se vodi po jednoj ili po dvjema nablizu postavljenim i međusobno povezanim tračnicama, koje mogu biti pričvršćene na skelu. Vitlo lifta s bubnjem i pogonskim elektromotornim ili Dieselovim motorom postavlja se na zemlju. Novije su izvedbe takvih liftova tzv. *cestovni brzi građevinski liftovi*. Lift prikazan na sl. 124 ima samostalno stojeći rešetkasti stup za visinu dizanja 10,5 m. Stup se može produljivati umetanjem međukomada duljine 3 m do ukupne visine od 22,5 m. Ako je stup viši od 10,5 m, treba ga pričvrstiti za građevinsku skelu ili ga usidriti čeličnom užadi. Koš se spušta slobodnim padom ograničavačem brzine.

Osim opisanih, postoji još čitav niz specijalnih liftova kao što su primjerice kazališni, kolodvorski te rudnički izvozni liftovi i kosi liftovi.

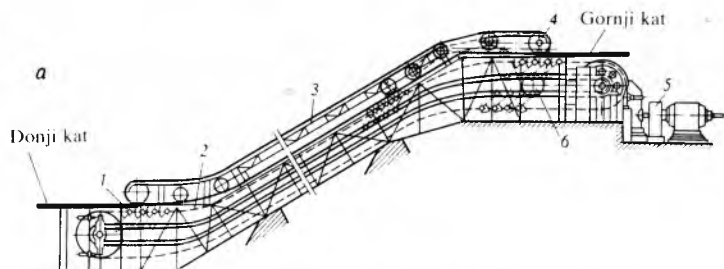
*Eskalatori* ili *pokretne stube* (sl. 125) prenose osobe i manje pakete neprestano između dva kata, a kao transportni uređaji, npr. u podzemnim željeznicama, svladavaju i visine



Sl. 123. Građevinski liftovi. *a* mali građevinski lift. *b* brzi građevinski lift nosivosti 600 kg za visinu dizanja od 24 m



Sl. 124. Cestovni brzi građevinski lift nosivosti 630 kg postavljen za visinu dizanja 22,5 m



Sl. 125. Eskalator. *a* shematski prikaz. *b* generalni pogled; 1 stube pričvršćene za lanac, 2 lanac, 3 pokretni rukohvat, 4 pogonski užetnik za rukohvat, 5 pogonsko postrojenje, 6 naponski uređaj za rukohvat

od 25...80 m. Brzina eskalatora normalno iznosi  $\sim 0,5$  m/s, a pri većim visinama dizanja do  $\sim 0,8$  m/s. Uz brzinu od 0,5 m/s na eskalatorima širine 600 mm postiže se učin od  $\sim 6000$  osoba/h, a na onima širine 1000 mm i  $\sim 8000$  osoba/h. Pogonsko postrojenje eskalatora najčešće je sastavljeno od trofaznoga kratkospojenog elektromotora, pužnog prijenosnika i čeljusne kočnice.

**Eskalatori i vozne trake** služe u slične svrhe kao i liftovi; njima se prenose ljudi na kosim i vodoravnim putovima. To su zapravo prenosila kontinuirane dobave.

Eskaletori i vozne trake postavljaju se ondje gdje duže vremena treba prenositi mnogo ljudi, kao npr. u velikim robnim kućama, na aerodromima, kolodvorima i podzemnim željeznicama. Time se osigurava ne samo udobnost nego se i usmjeruje i ubrzava struja takva prometa.

**PRENOSILA POVREMENE DOBAVE**

U prenosila povremene dobave ubrajaju se podna prenosila, pružna prenosila, sredstva za transport teških tereta i viseća prenosila (sl. 10).

**Podna prenosila**

Podna prenosila obuhvaćaju specijalna vozila koja se slobodno kreću po podu ili općenito po ravnim plohama, a služe za horizontalan unutrašnji transport i pretovar u pogonima, skladištima i sl. Postoji mnogo različitih vrsta podnih prenosila, kao što su: ručna kolica, motorna kolica, tegljači, različita podizna kola, tzv. nadvozna kola, viljuškari, i ostala nasložna prenosila. U usporedbi s normalnim cestovnim vozilima, svima su njima zajednička obilježja: manje vanjske dimenzije i manje brzine vožnje. Sva podna prenosila imaju slične pogonske mehanizme za vožnju, upravljačke uređaje i ostale sklopove.

Najvažniji su sklopovi podnih prenosila: pogonski mehanizam za vožnju i upravljački uređaj. O tim sklopovima najviše ovisi učin podnih prenosila u unutrašnjem transportu. Visok učin nekog podnog prenosila postiže se velikim ubrzanjem pri polasku, brzom promjenom smjera vožnje i dobrim zaokretom s malim polumjerom zavoja. Podna prenosila u proizvodnim pogonima ne smiju ispuštanjem ispušnih plinova, stvaranjem buke i sl. nepovoljno utjecati na radne uvjete i sigurnost rada.

**Pogonski mehanizam za vožnju podnih prenosila** zajedno s izvorom energije mora biti smješten na vozilu. Zbog toga se upotrebljavaju samo dvije vrste pogona: akumulatorni električni i motorni s motorima s unutrašnjim izgaranjem (Dieselovi i Ottovi motori). S obzirom na prijenosnik snage motorni pogon može se izvesti kao dizelsko-mehanički, dizelsko-hidraulički i dizelsko-električni, odnosno otovsko-električni pogon.

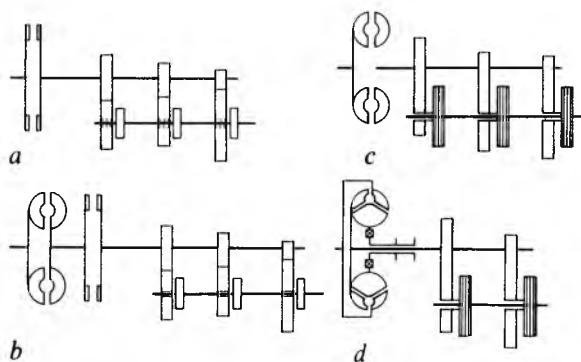
U *akumulatornom električnom* pogonu olovni akumulatori, rjeđe Ni-Cd akumulatori, opskrbljuju strujom jedan ili više istosmjernih serijskih elektromotora. Napon akumulatora iznosi 12...80 V, a kapacitet 100...1000 Ah, što podnom prenosilu omogućuje normalan rad tokom 6...8 sati. Elektromotori i akumulatori dimenzioniraju se prema najvećem okretnom momentu pri polasku na maksimalno dopuštenom usponu koji zbog toga ne smije biti veći od 5...12%. Brzina vožnje podnih prenosila s akumulatornim električnim pogonom nije veća od 10...15 km/h. Prednost je akumulatornog električnog pogona da se razmjerno jednostavno može napraviti sigurnim od eksplozije, a nedostatak je što se može samo kratkotrajno preoptereti, pa ne podnosi česte uspone. Akumulatorni električni pogoni prikladni su za podna prenosila male do srednje nosivosti koja se kreću po dobroj voznoj podlozi u prostorijama.

U *pogonima motorima s unutrašnjim izgaranjem* Dieselov je motor gotovo sasvim istisnuo benzinski motor, jer je ekonomičniji, ima duži vijek trajanja i sadrži manje ugljik-monoksida u ispušnim plinovima. Podna prenosila s dizelskim pogonom moraju biti opremljena pročištačem ispušnih plinova ako se upotrebljavaju za transport u zatvorenim halama. Uredaji za pročišćavanje ispušnih plinova besprijekorno rade samo ako se pomno održavaju, pa se zato preporučuje da se podna prenosila s Dieselovim motorima upotrebljavaju za transport izvan zgrada. U posljednje vrijeme sve se više uvode pogoni motorima na tekući plin (najčešće mješavina propanbutan.) jer nema problema s ispušnim plinom.

Dieselov motor ima konstantan okretni moment unutar relativno malog raspona brzina vrtnje, a snaga mu opada približno proporcionalno sa smanjenjem brzine vrtnje, što osobito vrijedi za puno opterećenje motora. Brzina vrtnje

mijenja se u relativno uskim granicama od maksimalne do neke minimalne ispod koje motor ne može raditi, jer se pojavljuju smetnje u paljenju zbog previše hladnih stijenki cilindara, jer nastaju lupanja motora zbog eksplozija u mrtvoj točki i veće nejednolikosti u hodu stroja. Osim toga, karakteristično je za Dieselov motor da se može samo malo preoptereti i da se opterećen ne može pokrenuti. Takve karakteristike Dieselova motora upravo su suprotne onome što zahtijeva pogon nekoga podnog prenosila, a to je: da se ono može opterećeno pokrenuti, da je brzina vožnje promjenljiva od nule do maksimalne, da pri malim brzinama ima velik okretni moment, a pri velikima mali okretni moment, što traži konstantnu snagu pri različitim brzinama vožnje.

Dizelski pogonski mehanizam može udovoljiti tim zahtjevima samo ako se Dieselov motor poveže s pogonskim kotačima preko prijenosnika koji može mijenjati okretni moment motora. Zbog prikladnosti i sigurnosti u radu za podna se prenosila primjenjuju sljedeće vrste prijenosnika: mehanički, hidraulički i električni prijenosnici te niz kombinacija tih prijenosnika (sl. 126). Pod prijenosnikom razumijeva se cjelokupni mehanizam za prijenos snage između Dieselova motora i pogonskih kotača.



Sl. 126. Mjenjači u prijenosnicima snage podnih prenosila. a glavna odvojna spojka i mjenjač s ubacivanjem zupčanika u zahvat, b hidrodinamička spojka i mjenjač s ubacivanjem zupčanika u zahvat, c hidrodinamička spojka i mjenjač sa spojka mjenjača, d hidrodinamički transformator i mjenjač sa spojka mjenjača

*Mehaničke prijenosnike* (sl. 126a) s mjenjačima sličnim automobilskim imaju još samo podna prenosila male nosivosti i ona koja služe za vožnju bez tereta, kao npr. motorna kolica i tegljači. Mehaničkim se mjenjačem pojedini stupnjevi brzine postižu ubacivanjem različitih zupčanika u zahvat s njihovim parovima. Za veće snage prikladniji su mjenjači sa spojka (sl. 126c i d), gdje su svi zupčanici neprestano u zahvatu, a za svaki stupanj brzine postoji posebna tarna spojka (*spojka mjenjača*). Spojkom se pripadni par zupčanika uključuje u prijenos snage a da se pri tom ne prekida vučna sila.

Da bi se smanjio broj prebacivanja ručice mjenjača i tako olakšao rad vozaču podnog prenosila, ugrađuje se *hidrodinamička spojka* između Dieselova motora i glavne odvojne spojke (sl. 126b). Hidrodinamička spojka omogućuje mekano ubrzanje u svakom stupnju brzine i sprečava da se motor ugasi. Udobnost vožnje i rada viljuškariima srednje i veće nosivosti još se bolje postiže ugradbom hidrodinamičkog transformatora u prijenosnik snage (sl. 126d) uz uključivanje brzina spojka mjenjača ili automatskim uključivanjem. Podna prenosila koja se trebaju kretati naprijed i natrag istom brzinom vožnje moraju imati ugrađen prekretnik.

Zbog jednostavnosti upravljanja i izvanredne mogućnosti regulacije sve se više primjenjuje *hidrostatski pogon*, i to osobito za viljuškare male nosivosti. Najčešće upotrebljavani spojevi hidrostatskih pogonskih mehanizama za vožnju (sl. 127) imaju samo jedan hidraulički motor, koji oba pogonska kotača tjera preko mehaničkog diferencijala, ili imaju dva paralelno spojena hidraulička motora u hidrauličkom krugu koji djeluje kao diferencijal. U hidrostatske pogonske meha-