

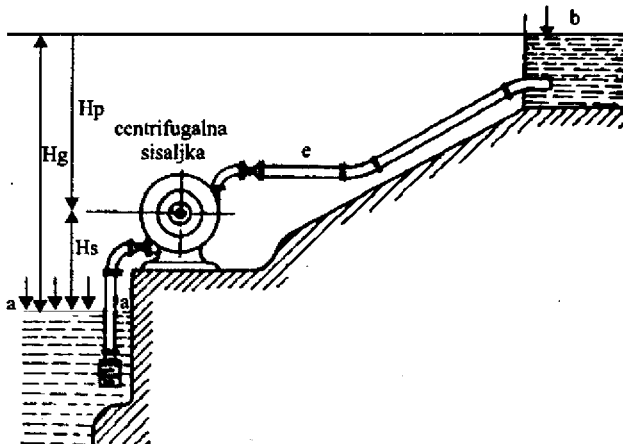
3. PUMPE - CRPKE - SISALJKE

3.1. ULOGA I NAČIN RADA PUMPI

Pumpe ili kako se još nazivaju sisaljke ili crpke služe za podizanje i prenošenje tečnosti s jednog mjesta na drugo. Pumpom se prebacuje tečnost do mjesta do koga ne bi mogla doći svojim prirodnim tokom. Najčešće se pumpa primjenjuje za podizanje i prenošenje (potiskivanje) vode, ulja, benzina, petroleuma raznih kiselina, mlijeka i drugih tečnosti. Pumpe nalaze veliku primjenu u industriji, rudarstvu, saobraćaju, poljoprivredi, građevinarstvu i domaćinstvu. Najveću primjenu imaju u industriji, naročito metalnoj, hemijskoj i tekstilnoj, u energetskim postrojenjima, kod električnih centrala, u rudnicima za crpenje vode iz jama, u saobraćaju kao što je željeznički, riječni i pomorski, u poljoprivredi za navodnjavanje zemljišta, u vatrogasnoj službi za gašenje požara, kod vodovoda i kanalizaciji itd.

Pumpe zasnivaju svoj rad na ovom principu. Rad pumpe možemo podijeliti u dva dijela i to: rad u usisnom vodu i rad pumpe u potisnom vodu. U prvom dijelu pumpa vrši rad za podizanje tečnosti od donjeg nivoa do klipa (ako je klipna) pumpe, odnosno do ose njezinog vratila ako je centrifugalna pumpa. Drugi dio rada pumpe odvija se na potiskivanju tečnosti u potisni vod, tj. za savladavanje visinske razlike od pumpe do gornjeg nivoa tečnosti. Zbir ovih dviju vrijednosti daje nam ukupnu visinu na kojoj pumpa radi (sl.3.1.).

$$H_g = H_s + H_p$$



Slika 3.1.

Ove dvije visine (visina sisanja i visina potiskivanja) uzimaju se bez obzira na međusobno horizontalnu udaljenost nivoa tečnosti. Pored toga što obavlja pomenuti rad u dva dijela, pumpa mora savladati još i različite otpore koji se javljaju u cjevovodu usljed trenja, a naročito usljed zakrivljenosti cjevovoda. Ovi otpori se mjere u metrima stuba tečnosti, tj. kao pritisak koji je potreban za njihovo savlađivanje. Zbir visine H_g i visine otpora H_o , zove se manometarska visina H , pa je

$$H = H_g + H_o$$

Otpori u cjevovodu (H_o), zavise od materijala od kog je cjevovod izrađen (hrapavost površine), zatim od dužine cijevi, o prečniku cijevi, od brzine tečnosti u cjevovodu i o tome da li je cijev ravna ili je savijena.

Kako na nivo tečnosti djeluje atmosferski pritisak to praktično znači da je teorijska visina usisavanja 10,33 m, jer tom pritisku odgovara visina vodenog stuba od 10,33 m.

U praksi visina usisavanja iznosi od 6 do 8 m iz razloga nemogućnosti potpune zaprivenosti kliznih elemenata pumpe, kao i drugih otpora, koji se javljaju u radu pumpe. Visina usisavanja zavisi i od atmosferskog pritiska, tj. nadmorske visine na kojoj pumpa radi, zatim o zapreminskoj masi tečnosti koja za vodu iznosi 9,81 N/dm³. Teorijska visina dizanja vode bila bi 10,33 m, a za živu 0,76 m. Prema tome, visina usisavanja je obrnuto srazmjerna zapreminskoj masi tečnosti. Osim toga, visina usisavanja zavisi i o temperaturi tečnosti. Što je temperatura vode veća, to je visina usisavanja manja i obratno.

Zbog svega ovoga u praksi je nemoguće postići veću visinu usisavanja od 6 m, dok u najpovoljnijem slučaju može se postići visina od 8 m.

3.2. VRSTE PUMPI

Pumpe možemo podijeliti u sljedeće grupe:

- prema vrsti pogona,
- prema načinu rada,
- prema svrsi kojoj služe.

Prema vrsti pogona imamo pumpe sa ručnim pogonom, motornim pogonom (parni klipni motor, parna turbina, motor sa unutrašnjim sagorijevanjem i elektromotor). Način kojim se pumpa pokreće zavisi od konstrukcije i namjene pumpe, kao i od drugih prilika.

Prema načnu rada razlikujemo pumpe sa prekidnim usisavanjem (kod kojih tečnost u pumpi naizmjenično puni iz usisnog prostora), pumpe sa kružnim kretanjem tečnosti u jednom smjeru i mlazne pumpe koje za usisavanje tečnosti koriste kinetičku energiju mlaza pare. U pumpe sa prekidnim usisavanjem spadaju **klipna** i **krilna pumpa**, a sa kružnim kretanjem tečnosti u jednom smjeru spadaju **centrifugalne**, **zupčaste** i **vijčane pumpe**, dok u grupu mlaznih pumpi spadaju **ejektor** i **injektor**. Prema svrsi kojoj služe pumpe mogu biti napojne, rashladne, vazdušne, hidraulične, vatrogasne, pumpe za podmazivanje mašina, za transport tečnosti itd.

3.3. KLIPNE PUMPE

Po načinu rada klipne pumpe možemo podijeliti u ove grupe:

- jednoradne pumpe,
- dvoradne pumpe i
- diferencijalne pumpe.

3.3.1. GLAVNI DIJELOVI KLIPNE PUMPE

Klipna pumpa sastoji se od sljedećih glavnih dijelova: cilindra, klipa i ventila.

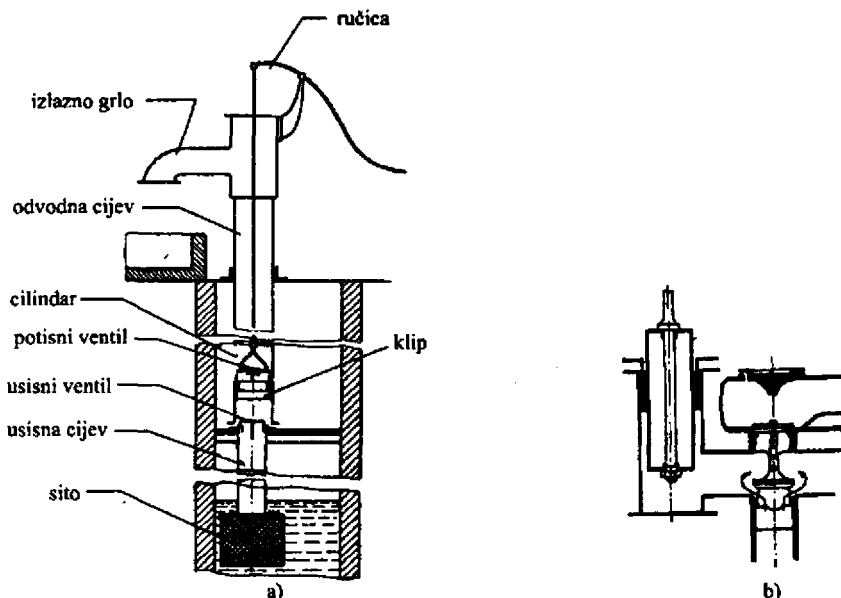
Cilindar klipne pumpe izrađuje se najviše od lijevanog željeza, a za srednje i visoke pritiske od kovanog čelika. Cilindar pumpe koja radi s kiselinama izrađuje se od bronz, ferossilicija, čelika koji ne hrđa, legiranog lijevanog željeza, zatim od stakla, porculana, te sintetičkih masa. Kod pumpe koja radi s čestim prekidima, unutrašnje strane cilindra presvlače se bijelim metalom.

Klip se izrađuje od lijevanog željeza, čelika ili od bronz.

Ventili služe za propuštanje tečnosti samo u jednom smjeru. Oni se zatvaraju pod djelovanjem vlastite težine ili pomoću opruge. Ventili moraju da budu što lakši kako bi se što brže otvarali i zatvarali. Djele se na ventile s prisilnim i na ventile s vlastitim kretanjem. Ventile s prisilnim kretanjem otvara i zatvara poseban razvodni mehanizam. Takvi se ventili primjenjuju za vrlo guste tečnosti. Ventili s vlastitim kretanjem otvaraju se i zatvaraju pod djelovanjem pritiska, odnosno potpritiska (vakuuma) koji stvara klip.

3.3.2. PRINCIP RADA KLIPNE PUMPE

Na sl.3.2a. prikazana je ručna klipna pumpa koja se sastoji od cilindra, zatim klipa na kome se nalazi potisni ventil, a na dnu cilindra se nalazi usisni ventil, usisna cijev na čijem kraju se postavlja sito koje sprečava ulaz većih predmeta u pumpu.



Slika 3.2.

Povlačenjem poluge (ručice) prema dolje podiže se klip, te ispod njega nastaje potpritisak (vakuum). Kako je nivo tečnosti izložen atmosferskom pritisku, to će usljed razlike u pritiscima tečnost pojuriti kroz usisni ventil ispod klipa i na taj način puniti cilindar pumpe. Kad se klip spušta prema dolje, nastaje ispod njega pritisak (usljed sabijanja tečnosti) te usljed povećanog pritiska otvoriće se potisni ventil na klipu, a usisni ventil zatvoriti. Tečnost kroz

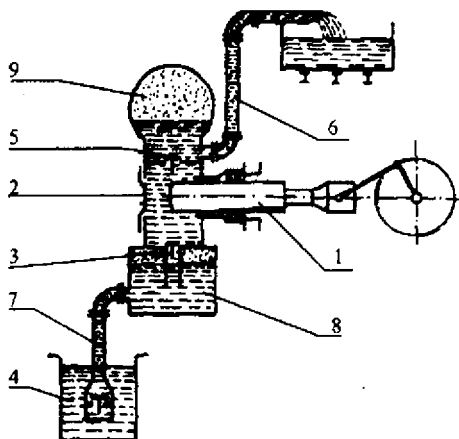
potisni ventil prolazi i puni cilindar iznad klipa, da bi sa povlačenjem klipa prema gore isti istiskivao tečnost kroz odvodnu cijev, jer se tada potisni ventil nalazi u zatvorenom položaju. Razmak između dva krajnja položaja klipa naziva se hod klipa. Neke pumpe nemaju potisni ventil na klip, već na ulazu u odvodnu cijev (sl.3.2b.).

Klipne pumpe mogu biti jednoradne, dvoradne i diferencijalne.

Kod jednoradne pumpe vrši se rad samo s jedne strane klipa, tj. ona za vrijeme jednog hoda vrši samo usisavanje i potiskivanje. Kod dvoradne pumpe vrši se rad sa obje strane klipa, tj. ona za vrijeme svakog hoda usisava i potiskuje. Diferencijalna pumpa je dvoradna klipna pumpa, ali su površine klipa na obje strane različite. Opisana pumpa sl.3.2 je jednoradna sa računim pogonom, a upotrebljava se najviše kao bunarska pumpa. U industriji se malo upotrebljava, i to uglavnom za pretakanje tečnosti. Zbog ručnog pogona, ove pumpe imaju mali kapacitet, i to do 80 /min. i za visine od 6 m.

Jednoradna klipna pumpa

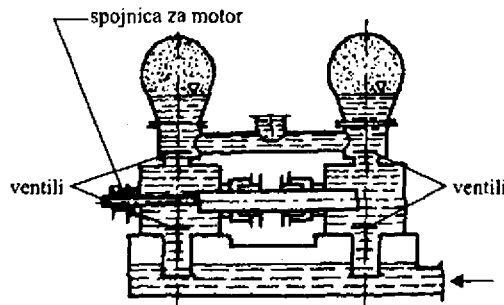
Na sl.3.3. prikazana je jednoradna pumpa sa motornim pogonom. Klip pumpa (1) spojen je sa klipnim mehanizmom koji pokreće pumpu. Pri kretanju klipa nadesno nastane u cilindru (2) potpritisak, zbog čega se otvara usisni ventil (3) i tečnost ulazi u cilindar. Kada se klip kreće sa desna na lijevo, nastane u cilindru povećan pritisak, zatvara se usisni ventil, a otvara potisni (5) i tečnost kroz odvodnu cijev (6) odlazi u gornji rezervoar. Na slici vidimo da dovodna cijev (7) nije spojena direktno na cilindar pumpe, već na takozvanu vazdušnu-zračnu komoru (8). Isto tako je i odvodna cijev spojena na gornju vazdušnu komoru (9). To je potrebno zbog toga što se klip u cilindru ne kreće jednakom brzinom.



Slika 3.3.

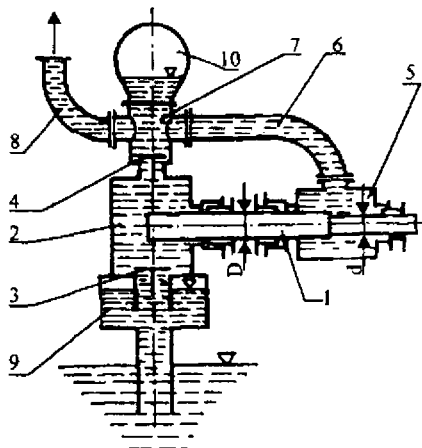
Njegova brzina je najveća oko sredine hoda klipa, a u krajnjim tačkama jednaka je nuli. Tu se klip trenutno i zaustavi. Prema tome i tečnost će nejednako da se kreće u sistemu, te se stavljaju na usisnu i potisnu cijev vazdušne komore u kojima se iznad površine tečnosti nalazi vazduh. Kada pumpa oko sredine hoda klipa dobavlja najviše tečnosti, te tečnost sabija (komprimira) vazduh u vazdušnoj komori, a u drugom slučaju kada je dobava tečnosti manja, sabijen vazduh tjera tečnost jednoliko iz vazdušne komore u potisni (odvodni) cjevovod, te na taj način vazdušne komore omogućuju miran rad pumpe i ravnomjerno isticanje tečnosti.

Dvoradna klipna pumpa. Ako za jedan obrt vratila klip načini dva radna hoda, onda imamo dvoradnu klipnu pumpu. One se grade u raznim konstrukcijama položenog i stojećeg položaja, izvedene kao jednostruke (s jednim cilindrom) ili kao dvostruke. Na sl.3.4. prikazana je dvoradna klipna pumpa. Kod ove pumpe postoji sa svake njene strane par ventila, po jedan usisni i jedan potisni. Kretanjem klipa s jedne strane pumpe vrši se usisavanje, a s druge strane potiskivanje tečnosti. Ovdje je, dakle, svaki hod radni. Zato dvoradna klipna pumpa istog prečnika cilindra, istog hoda klipa i istog broja hodova u jedinici vremena potiskuje dvostruko veću količinu tečnosti od jednoradne pumpe sa istim elementima.



Slika 3.4.

Diferencijalna pumpa. Vidjeli smo da je rad jednoradne klipne pumpe neravnomjeran. Ta se neravnomjernost izjednačuje kod diferencijalne pumpe. Na sl.3.5. dat je shematski prikaz diferencijalne klipne pumpe. Kod ove pumpe na klipnu (1) imaju dva različita prečnika D i d , i to u takvom odnosu da dio klipa prečnika D ima dva puta veću površinu presjeka od površine presjeka dijela klipa prečnika d . Dio klipa prečnika D ulazi u prostor pumpe (2) u kome se nalazi usisni (3) i potisni ventil (4) a dio klipa prečnika d ulazi u prostor pumpe (5). Ako se klip pokrene udesno, otvara se usisni ventil i tečnost se usisava u prostor pumpe (2). Istovremeno se iz prostora pumpe (5) potiskuje u cijev (6) količina tečnosti koja odgovara jednoj polovini usisane količine tečnosti u prostoru pumpe (2).



Slika 3.5.

Ovo polovično potiskivanje tečnosti je zbog razlike (diferencije) površine presjeka na klipu pumpe, pa se zbog toga i pumpa naziva diferencijalna pumpa.

Ako se sada klip pokrene nalijevo, zatvara se usisni, a otvara potisni ventil i cjelokupna količina tečnosti u prostoru pumpe (2) prebacuje se u diferencijalni prostor (7). Sva ova količina tečnosti ne odlazi u odvodnu cijev (8), već samo jedna polovina tečnosti, pošto se druga polovina vraća preko cijevi (6) u prostoru pumpe (5). Prema tome, potiskivanje tečnosti dijeli se na dva dijela hoda klipa, tako da za vrijeme dva hoda jedanput usisava, a dvaput potiskuje tečnost.

Diferencijalne pumpe upotrebljavaju se za male količine tečnosti, a visoke pritiske, naprimjer za usisavanje vode iz bunara.

3.3.3. RUKOVANJE I ODRŽAVANJE KLIPNIH PUMPI

Prilikom puštanja u rad klipne pumpe potrebno je obratiti pažnju na sljedeće:

Otvoriti usisni i potisni ventil pumpe.

Otvoriti potpuno mali ventil (ako postoji) za dovod tečnosti radi zaptivanja pumpe i podmazivanja ležajeva.

Pogonsku mašinu i pumpu treba stavljati u rad postepeno, sve dok se ne postigne određen broj obrtaja i pritisak u potisnom cjevovodu.

Prilikom zaustavljanja klipne pumpe potrebno je uraditi sljedeće:

Pogonsku mašinu i pumpu zaustavljati postepeno.

Usisni i potisni ventil treba zatvoriti da se pumpa i cjevovod ne isprazne kako bi pri ponovnom uključivanju mogla pravilno raditi.

Održavanje klipnih pumpi nije složeno, ali se nadzor obavlja kako na samoj pumpi tako i na cjevovodu, tj. cjelokupnom priboru. Pumpu treba redovno kontrolisati da li ima dovoljno ulja za podmazivanje, kontrolisati ventile da li pravilno funkcioniraju, pregledati zaptivost cjelokupnog uređaja (pumpe i cjevovoda), zatim čistiti povremeno prečistač ulja, kao i sito na usisnoj cijevi.

3.4. CENTRIFUGALNE PUMPE

3.4.1. GLAVNI DIJELOVI I PRINCIP RADA CENTRIFUGALNIH PUMPI

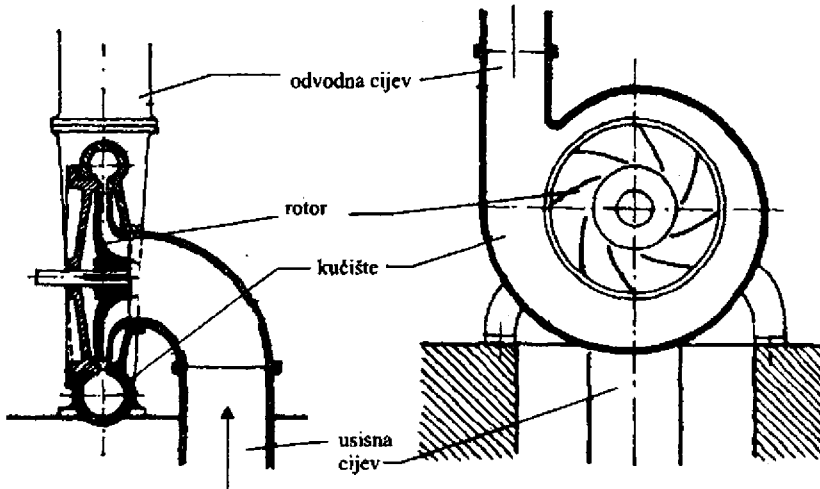
Centrifugalna pumpa sastoji se od: spiralnog kućišta i radnog kola, tj. rotora (sl.3.6.). Rotor se sastoji od dvije ploče, između kojih se nalaze lopatice.

Princip rada centrifugalne pumpe. Tečnost dolazi kroz usisnu cijev u kućište i rotor gdje je rotor zahvata svojim lopaticama i stavlja je u vrtnju.

Centrifugalna sila koja pri tom nastaje uzrokuje gibanje tečnosti od sredine prema obodu rotora. Budući da se tečnost od središta giba prema obodu povećanom brzinom, u središtu nastaje praznina, tj. vakuum, pa na to mjesto dolazi nova tečnost koju potiskuje atmosferski pritisak.

Potiskivanje tečnosti u kućište mora se iz rotora tako usmjeriti da gubici zbog promjene smjera i vrtloženja budu što manji i da se brzina tečnosti izazvana centrifugalnom silom pretvori u pritisak. Iz kućišta se tečnost potiskuje u odvodnu cijev.

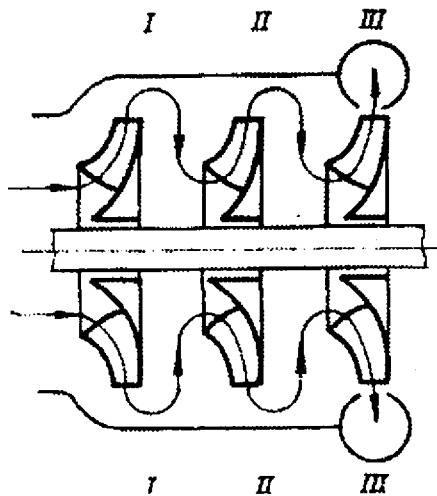
Prema tome, centrifugalna pumpa radi tako da se vrtnjom rotora s lopaticama daje tečnosti velika brzina, zbog koje tečnost na izlazu iz lopatica dobiva energiju brzine ili kinetičku energiju. Kako se proširivanjem presjeka spiralnog kanala brzina tečnosti sve više smanjuje, energija brzine pretvara se postupno u energiju pritiska, pa tečnost u potisnom vodu ima znatno veći pritisak od onog koji je imala u usisnom vodu pumpe.



Slika 3.6.

Kako se vidi, tečnost se u pumpi neprekidno giba, što čini neprekidan tok od mjesta usisavanja do mjesta dobave. Budući da tečnost neprekidno struji kroz centrifugalnu pumpu, ona ne treba ni usisni ni prelivni ventil. To je razlog što centrifugalna pumpa u početku rada neće moći sisati ni potiskivati tekućinu ako njom nije napunjena usisna cijev. Ako tečnost treba podići na veću visinu, onda treba upotrijebiti višestepenu pumpu.

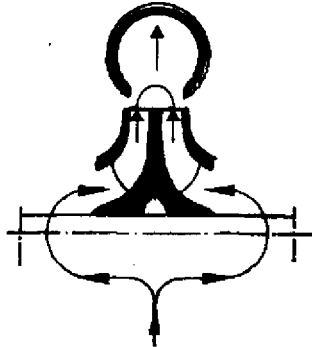
Na sl.3.7. prikazana je **trostepena centrifugalna pumpa**. Kod ove pumpe je postavljeno u jednom kućištu na zajedničkom vratilu više radnih kola (rotora). Tečnost ulazi u pumpu aksijalno u prvo kolo, gdje se pritisak povećava u prvom stepenu, zatim s tim pritiskom ulazi u drugo radno kolo u kome se pritisak povećava još jednom u drugom stepenu itd. Na jedno vratilo može se postaviti i do 15 radnih kola. Prema visini potiskivanja tečnosti centrifugalne pumpe dijelimo na pumpe niskog, srednjeg i visokog pritiska. **Pumpe niskog pritiska** imaju samo jedno radno kolo tečnost dižu na visinu do 30 m.



Slika 3.7.

Pumpe srednjeg pritiska dižu tečnost na visinu od 30 m do 100 m, a pumpe visokog pritiska iznad 100 m.

Da bi se dobila što veća količina tečnosti, grade se **centrifugalne pumpe** sa dvostrukim ulazom (sl.3.8.). Tečnost dolazi iz usisne cijevi i ulazi na lijevu i desnu stranu dvostranog kola. Po izlasku iz radnog kola, tečnost se spaja i odlazi u zajedničku potisnu cijev. Kućište pumpe za niske i srednje pritiske izrađuje se od lijevanog željeza, a za visoke pritiske od čelika. Za korozivne tečnosti kućište se izrađuje od legura iz lijevanog željeza, silicija i kroma, odnosno bronzne ili od sintetičkog materijala. Rotori se izrađuju od lijevanog željeza, lakih metala ili čeličnog liva.



Slika 3.8.

Konstrukciono mogu biti izvedena sa horizontalnim i vertikalnim vratilom. Centrifugalne pumpe rade s neprekidnim djelovanjem, jer kroz pumpu i cijevi (usisna i odvodna) tečnost struji u neprekidnom mlazu. Prije početka rada, usisna cijev i sama pumpa moraju biti pune tečnosti, jer pumpa ne može rotacijom rotora ostvariti toliki potpritisak da bi se tečnost mogla usisati kroz usisnu cijev. Centrifugalne pumpe imaju poseban otvor za punjenje tečnosti, ako se isprazni iz usisnog voda. Da se usisna cijev ne bi ispraznila, ima na dnu povratni ventil, koji se automatski zatvori kad pumpa ne radi. Za pogon centrifugalnih pumpi upotrebljavaju se elektromotori, pame turbine ili motori sa unutrašnjim sagorijevanjem.

3.4.2. PREDNOSTI CENTRIFUGALNIH PUMPI NAD KLIPNIM PUMPAMA

Zbog naročitih prednosti, ove pumpe se sve više upotrebljavaju i tako potiskuju iz upotrebe klipne pumpe.

U odnosu na klipne pumpe, centrifugalne pumpe imaju ove prednosti: centrifugalne pumpe nemaju ni usisnog ni potisnog ventila, pa zbog toga mogu crpiti i nečistu tečnost. Zauzimaju malo prostora pa su lakše i jeftinije od klipnih pumpi. Pogon im je jednostavniji pa se mogu direktno spojiti sa elektromotorom ili drugom pogonskom mašinom, dok je kod klipnih pumpi potreban prenos radi smanjenja broja obrtaja. Step en iskorišćenja kod centrifugalnih pumpi je manji nego kod klipnih, ali se ipak one u posljednje vrijeme sve više upotrebljavaju jer imaju veliki broj obrtaja. Za usisavanje gustih i nečistih tečnosti pumpe imaju samo dvije ili tri lopatice između kojih postoje široki kanali, te se na taj način nesmetano vrši potiskivanje takvih tečnosti.

3.4.3. UPOTREBA CENTRIFUGALNIH PUMPI

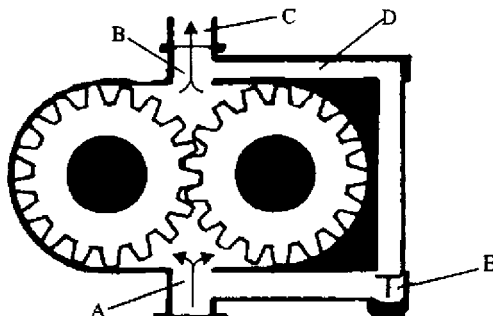
Centrifugalne pumpe, kao i ostale vrste pumpe, služe za sisanje i potiskivanje tečnosti radi transporta ili dobijanja željenog pritiska. Upotrebljavaju se za sve vrste tečnosti. Centrifugalne pumpe naročito su pogodne za velike količine tečnosti. Danas se mnogo upotrebljavaju kod stabilnih i brodskih energetskih postrojenja kao dobavne i rashladne pumpe, za javne industrijske vodovode, za naftovode, za navodnjavanje u vatrogasnoj službi itd.

3.5. SPECIJALNE PUMPE

3.5.1. ZUPČASTA PUMPA

Za prinudno podmazivanje na motorima sa unutrašnjim sagorijevanjem mnogo se koristi zupčasta pumpa. Ona se sastoji iz dva zupčanika koji su smješteni u zajedničkom kućištu, od kojih jedan zupčanik dobija pogon preko svoga vratila, a drugi je slobodan.

Pogonski zupčanik tjera slobodni zupčanik sa kojim je u zahvatu. Zupčanici imaju isti broj zuba i jednake promjere. Pri rotaciji, zupčanici zahvataju ulje koje dolazi iz usisne cijevi *A*, potiskuju ga između zubaca i kućišta u prostor *B*, gdje se stvara natpritisak, a odatle ulje odlazi u odvodnu cijev *C* (sl.3.9.).



Slika 3.9.

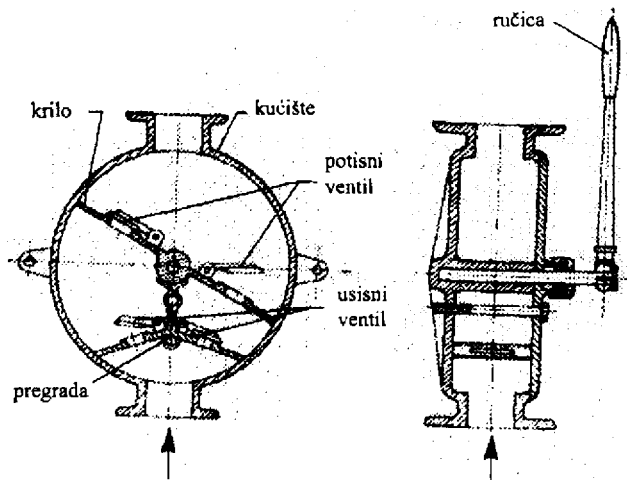
Ako bi se koji od potisnih kanala pumpe zapuštao, u cijevima bi porastao pritisak toliko da bi moglo doći do prskanja cijevi. Usljed toga su prostori *A* i *B* spojeni posebnim kanalom *D* u kojem se nalazi ventil sa oprugom *E*, koji se otvara kada se pritisak tečnosti poveća preko dozvoljene granice.

Zupčaste pumpe su jednostavne konstrukcije, malih dimenzija i težine. Tečnost kroz njih protiče ravnomjerno i osjetljive su na nečistoću tečnosti. Protok tečnosti reguliše se promjenom broja obrtaja zupčanika. Zbog svoje jednostavnosti vrlo su sigurne u radu, tj. rijetko se kvare.

3.5.2. KRILNA PUMPA

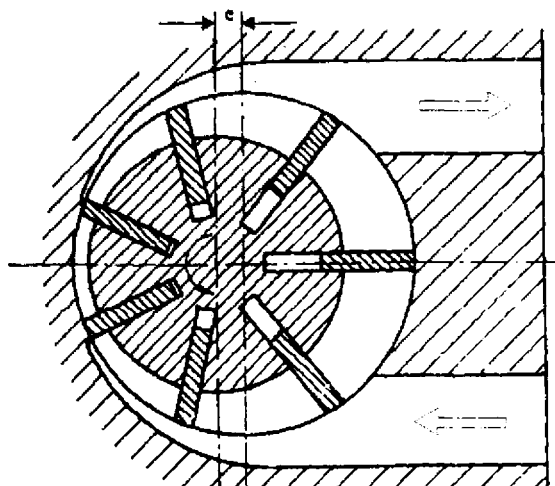
Krilna pumpa se sastoji od kružnog kućišta u kome se na osovini nalazi metalno krilo od lijevanog željeza ili bronzne koje se pokreće pomoću ručice desno i lijevo za 45° (sl.3.10.). Ova pumpa ima u kućištu pregradu sa usisnim ventilima i poketno krilo na kome se nalaze potisni ventili. Naizmjeničnim pokretanjem poluge (ručice) poveća se, odnosno smanjuje prostor između krila i pregrade u pumpi, tako da se smanjuje, odnosno povećava pritisak u tim prostorima, što izaziva otvaranje usisnog ventila i sisanje tečnosti iz usisne cijevi, a na drugoj strani otvaranje potisnog ventila i potiskivanje tečnosti u odvodnu cijev. Ove pumpe

su za ručni pogon, i primjenjuju se za male količine tečnosti u domaćinstvu, poljoprivredi, u stovarištima za pretakanje vode, benzina, petroleuma, ulja, vina, mlijeka itd. Krilna pumpa se odlikuje jednostavnošću konstrukcije i sigurnim radom. Nedostatak joj je što krilo i kućište moraju biti dobro obrađeni i podešeni.



Slika 3.10.

Pored ručne krilne pumpe postoji i rotaciona krilna pumpa (sl.3.11.). Ova pumpa se sastoji od kućišta u kome je smješteno rotirajuće kolo sa krilcima koja mogu da se pomjeraju radijalno po rotoru. Osa rotacije rotora postavljena je ekscentrično u odnosu na osu kućišta. Kada se okreće rotor, krilca zahvataju tečnost i potiskuju uz zidove kućišta. Usljed toga na usisnoj strani pojavljuje se potpritisak koji omogućuje doticanje tečnosti kroz usisni vod, a na drugoj strani natpritisak koji omogućuje potiskivanje tečnosti u odvodni vod. Protok tečnosti reguliše se pomoću broja obrtaja rotora.

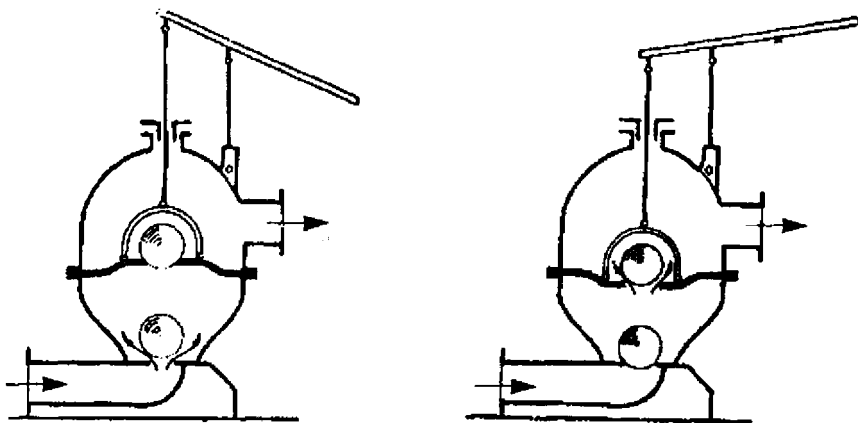


Slika 3.11.

3.5.3. MEMBRANSKA PUMPA

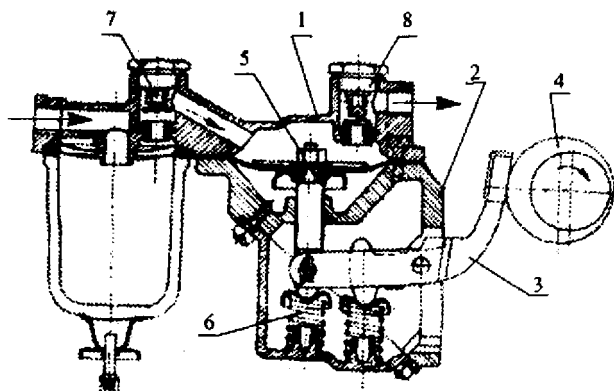
Membranske pumpe grade se u raznim konstruktivnim varijantama. Ova pumpa, umjesto klipa i radnog kola, ima membranu od kože, gume ili impregniranog platna koja je učvršćena između gornjeg i donjeg kućišta. Pokretanjem ručice membrana se diže ili spušta, što izaziva pumpanje tečnosti.

Na sl.3.12. prikazana je **membranska pumpa za ispušavanje tečnosti na gradilištima**. Ako spuštamo ručicu prema dolje, putem poluga podižemo membranu, tj. membrana se izboči prema gore, a ispod nje nastaje potpritisak, te se usljed toga otvara usisni ventil. Otvaranjem usisnog ventila (kod ovih pumpi ventil ima oblik kugle) tečnost prodire u kućište ispod membrane te ga na taj način puni. Povratkom ručice prema gore membrana se spušta nadolje, tada u donjem dijelu kućišta (ispod membrane) nastaje natpritisak, otvara se potisni, a zatvara usisni ventil i tečnost prelazi u gornji dio kućišta, a odavde u odvodnu cijev.



Slika 3.12.

U ovu vrstu pumpi ubraja se i **pumpa za benzin na automobilskom motoru** (sl.3.13.). Ta se pumpa sastoji od gornjeg i donjeg kućišta. U gornjem kućištu (1) nalaze se usisni i potisni ventil, te mrežica (sito) za prečišćavanje benzina.

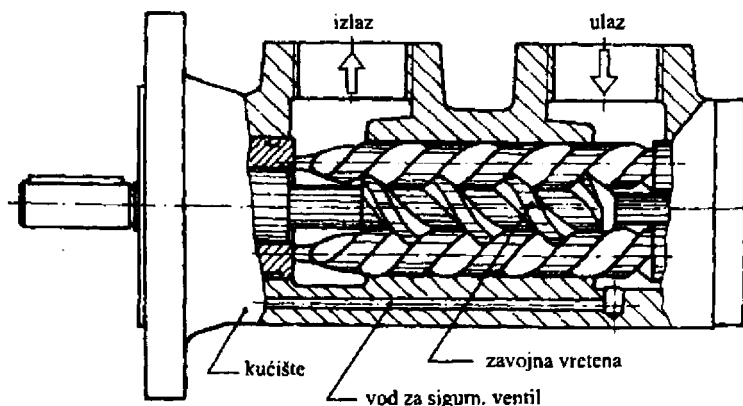


Slika 3.13.

U donjem kućištu (2) je uređaj za pokretanje pumpe. Pogon pumpe dolazi od bregaste osovine. Dvokraka poluga (3) oslonjena je jednim krajem na bregasto vratilo (4), a drugim krajem spojena na potiskivač membrane. Opruga (6) potiskuje membranu prema gore. Kada brijeg (4) potisne polugu prema gore, drugi kraj poluge povuče membranu (5) prema dolje. Zbog toga se opruga (6) sabija, a membrana se izboči prema dolje. U prostoru iznad membrane nastaje potpritisak, pa radi toga kroz usisni ventil (7) ulazi benzin u komoru iznad membrane. Daljím okretanjem brijega dolazi do spuštanja poluge nadolje; usljed sile opruge (6) podiže se potiskivač nagore, a s njim i membrana, koja se izboči prema gore i potisne benzin kroz potisni ventil (8), a zatvori ventil (7). Rad pumpe se na taj način neizmjenično ponavlja.

3.5.4. ZAVOJNA – VIJČANA PUMPA

Zavojna pumpa se sastoji od kućišta i zavojnih vretena koji se okreću u njemu (sl.3. 14.). Od tri zavojna vretena jedno je glavno (srednje), a dva su pomoćna (krajnja). Ravne zavojne površine ovih vretena izvedene su tako da međusobno vrlo dobro naliježu. Srednje zavojno vreteno spojeno je elastičnom spojkom na pogonski motor. Vretena se okreću protusmjerno, tj. kad se srednje vreteno okreće udesno, pomoćna vretena se okreću ulijevo. Pri okretanju srednjeg vretena dodirne površine između njega i pomoćnih vretena ravnomjerno se okreću u smjeru ose. Pri takvom okretanju zapremina između vretena i između vretena i kućišta je stalna. Prema tome, pri kretanju tečnosti kroz pumpe biće i stalan pritisak u njoj, pa nema opasnosti da se nešto ošteti. Zavojne pumpe sabijaju i potiskuju tečnost kroz komore koje se stvaraju uzdužno između kućišta i zavojnih vretena. Na ovaj način kretanje tečnosti je bez ikakve rotacije, što omogućuje praktično strujanje ulja bez pulsiranja. To je ujedno i najveća pozitivna osobina ovih pumpi. Pored ove pozitivne osobine, miran i bešuman rad je osobina koja je naročito istakla zavojne pumpe za primjenu u uljno-hidrauličnim sistemima mašina radilica.



Slika 3.14.

U mehaničkom pogledu ove pumpe su jednostavne i čvrste, a sigurnost u radu vrlo velika. Kako su gubici trenja i zaptivanja vrlo mali, to se stepen korisnog dještva kod ovih pumpi kreće oko 90%, tj. $\eta = 0,9$.

Ako bi se potisni vod začepio, u tom slučaju porastao bi pritisak u pumpi, te bi mogao izazvati kvarove na njoj, pa se radi toga ugrađuje na pumpi sigurnosni ventil.

Zavojne pumpe rade jednako dobro u svim položajima - vertikalnom, kosom ili horizontalnom, s malim brojevima obrtaja i niskim pritiscima, sve do pritiska od 200 bara pri 2800 min^{-1} i protokom od 700 l/min .

3.5.5. INJEKTORI I EJEKTORI

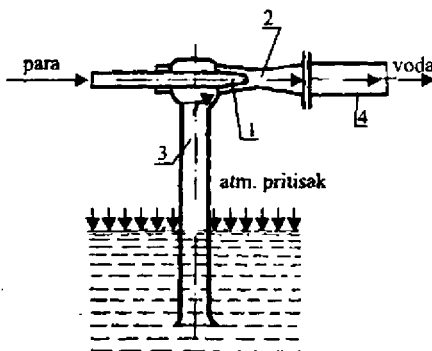
Injektori su uređaji koji za sisanje vode iskorišćavaju kinetičku energiju mlaza pare, a služe za napajanje parnih kotlova (sl.3.15.).

Dovod tečnosti u injektor može se ostvariti na dva načina:

Ako se injektor nalazi na nižem nivou nego tečnost, tada se ona upušta u injektor otvaranjem ventila kroz koji prolazi i pada nadolje, pa se takav injektor naziva **potisni injektor**.

Ako se injektor nalazi iznad nivoa tečnosti, u tom slučaju tečnost ne može ulaziti slobodnim padom u injektor, već je injektor mora usisati, a zatim potiskivati, pa se takvi injektor nazivaju **usisni injektor**.

U potisnom injektoru može se koristiti para koja je već izvršila rad u parnoj mašini, pa umjesto da se pušta u atmosferu, šalje se u injektor, gdje se ponovo koristi. Zbog niskog pritiska pare potisni injektor ne mogu usisavati vodu, već voda mora sama doticati u njega.



Slika 3.15.

Princip rada injektora

Usisni injektor radi na sljedeći način:

U posudu s vodom (sl.3.15.) spusti se usisna cijev (3) injektora, u koju ulazi voda iz posude do nivoa koji vlada u posudi. Ako se kroz mlaznicu (1) pusti mlaz pare, para na izlazu iz mlaznice postiže veliku brzinu na račun pada pritiska, tako da u prostoru ispred mlaznice dolazi do potpritiska (vakuuma) koji je niži od atmosferskog.

Usljed razlike u pritisku dolazi do potiskivanja vode iz posude u usisnu cijev (3), a potom u prostor (2) odakle je dalje para potiskuje u potisnu cijev (4). Izmiješana voda i para izlazi iz difuzora sa velikom kinetičkom energijom. U prošireni presjek (4), ona se pretvara u energiju pritiska uz pad brzine i kao takva puni parni kotao.

Injektori rade vrlo ekonomično jer utrošenu toplotnu energiju s vodom ponovo vraćaju u parni kotao.

Obični injektori stvaraju uštedu u gorivu od 5% do 7%, a injektori na odušnu (nekorištenu) paru i do 13%.

Osim toga, injektori nemaju rotirajućih dijelova koji se često kvare. U upotrebi ima više vrsta injektora s manjim razlikama u konstrukciji, ali svi rade uglavnom po opisanom principu.

Naročita je prednost injektora u odnosu na druge pumpe u tome što se jednostavno i ekonomično održava, što zauzima malo prostora i što je male težine.

Ejektori rade na istom principu kao injektori, s tom razlikom što oni mogu raditi s vodom i s vazduhom, i to pod pritiskom od 3 do 5 bara. Upotrebljavaju se za usisavanje vode ili ulja iz raznih jama, poplavljenih podruma i dr. Kako se rad injektora i ejektora zasniva na principu mlaza pare, odnosno vode koji stvara potpritisak zovu se zajedničkim imenom **mlazne pumpe**.

Kod manjih ejektora stepen iskorištenja iznosi od 0,1 do 0,15, kod većih do 0,22, a kod najvećih do 0,25. Zbog toga se upotrebljavaju samo kao privremeni i pomoćni uređaji. Za usisavanje većih količina tečnosti potreno je ugraditi naročitu mlaznicu.