

Teorijska snaga pumpe P_T je snaga koja odgovara teorijskom protoku pri određenom pritisku p u potisnom vodu:

$$P_T = Q_T \times p, [W]$$

Dobijena (korisna) snaga pumpe je snaga koja odgovara stvarnom protoku pri određenom pritisku p u potisnom vodu:

$$P_k = Q \times p$$

Na vratilo pumpe mora da se dovede pogonska (uložena) snaga P_p , koja je veća od teorijske snage zbog gubitaka do kojih dolazi usled mehaničkog trenja i viskoznosti tečnosti.

Mehanički stepen iskorišćenja pumpe η_M je odnos teorijske i pogonske snage pumpe:

$$\eta_M = \frac{P_T}{P_p}$$

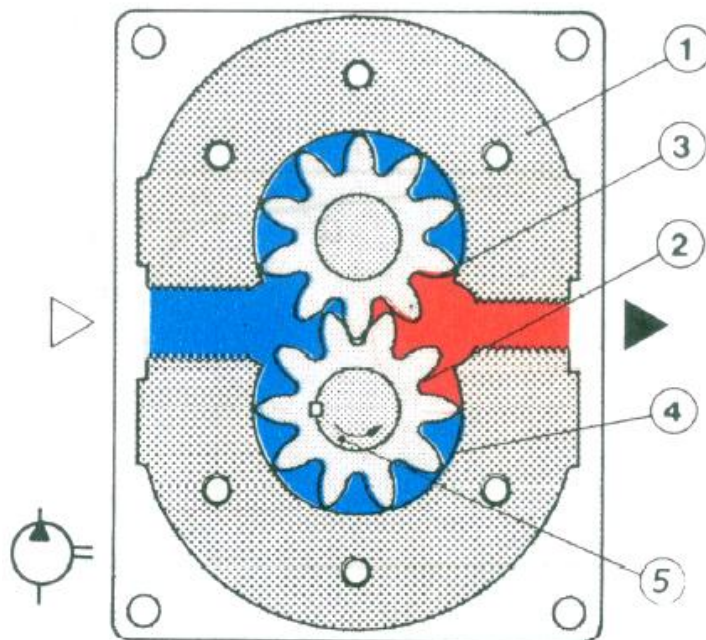
Ukupni stepen iskorišćenja pumpe jednak je odnosu dobijene i uložene snage, odnosno proizvodu zapreminskog i mehaničkog stepena iskoriscenja:

$$\eta = \frac{P_k}{P_p}, \text{ tj. } \eta = \eta_v \times \eta_M$$

5.1. ZUPČASTE PUMPE

Na slici 5.2 oznaceni su sledeći delovi zupčaste pumpe: 1 - telo pumpe (kućište), 2 - predajni zupčanik, 3 - prijemni zupčanik, 4 - radna komora i 5 - radno vratilo.

Radni elementi zupčaste pumpe su zupci zupčanika, a radne komore su međuzublja. Zupčasta pumpa sa spoljnim ozubljenjem sastoji se od jednog para međusobno spregnutih zupčanika, postavljenih u telo pumpe koje ih obuhvata sa malim zazorima.



SI. 5.2 - Zupčasta pumpa

Pumpa dobija mehaničku energiju od pogonskog motora preko radnog ventila (5). U telu pumpe postoji usisni otvor, koji je povezan sa rezervoarom, i potisni otvor, koji je povezan sa potisnim vodom. Usisni i potisni otvor se nalaze naspram izlaska i ulaska zubaca u zahvat. Za vreme obrtanja zupčanika zupci potiskuju radnu tečnost iz radnih komora u potisni vod, a praznina koja nastaje u međuzublju prouzrokuje usisavanje radne tečnosti kroz usisni vod. Zahvaćenu tečnost svaka radna komora nosi po spoljašnjem obimu od usisnog ka potisnom vodu. Zbog stalnog potiskivanja nove radne tečnosti u prostoru ispred potisnog otvora i u potisnom otvoru pumpe povećava se pritisak, odnosno radna tečnost dobija energiju pritiska i energiju kretanja. Događa se da zupci zatvaraju međuzublje pre nego što je potisnuta sva tečnost. Da bi se izbegli visoki pritisci i rad sa udarima, u bloku ležista se ostavljaju mali kanali za rasterećenje, koji su povezani sa potisnim vodom.

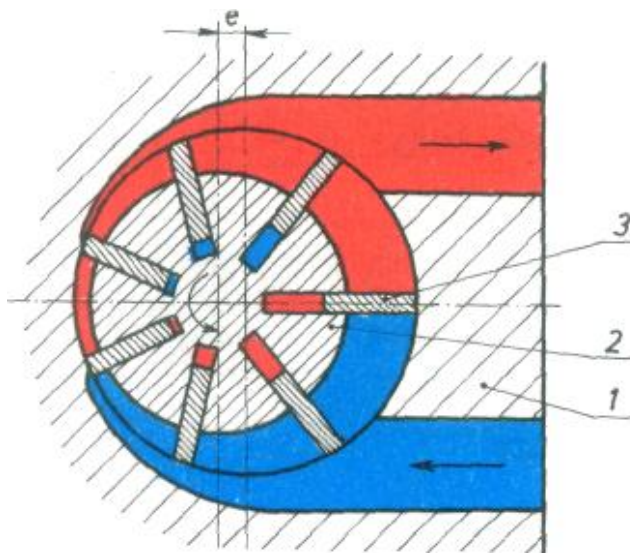
Zupčaste pumpe su jednostavne za izradu, održavanje i rukovanje. Pouzdane su u radu na različitim temperaturama (od -20°C do $+80^{\circ}\text{C}$) i na različitim nadmorskim visinama. Imaju malu zapreminu i masu po jedinici snage i dug vek trajanja. Sitnije nečistoće u radnoj tečnosti nisu smetnja za rad pumpe.

Nedostatak zupčastih pumpi je buka pri radu na visokim pritiscima sa velikim brojem obrtaja. Zupčaste pumpe najčešće rade na niskim i srednjim pritiscima (do 250 bar) i imaju relativno veliki protok (od 1 do 160 l/min). Prosečne vrednosti zapreminskog stepena iskorišćenja savremenih zupčastih pumpi iznose $\eta_v = 0,9$ do $0,95$ i ukupnog stepena iskorišćenja $\eta = 0,8$ do $0,85$.

Zupčaste pumpe se izrađuju sa levim ili desnim smerom obrtanja radnog vratila i mogu da rade samo u smeru koji je predviđen. Ukoliko na radno vratilo pumpe deluju aksijalne i radijalne sile, pumpa ima ugrađeno dodatno ležište za prijem ovih sila. Zbog curenja radne tečnosti kroz zatore između zubaca i tela pumpe dolazi do njenih gubitaka, zbog čega se smanjuje protok. U nekim savremenim zupčastim pumpama koje rade na srednjim pritiscima postoji uređaj za automatsko podešavanje zazora, čime se postiže veći zapreminski stepen iskorišćenja.

5.2. KRILNE PUMPE

Na slici 5.3 označeni su sledeći delovi krilne pumpe konstantnog protoka: 1 - stator, 2 - rotor i 3 - krilca.



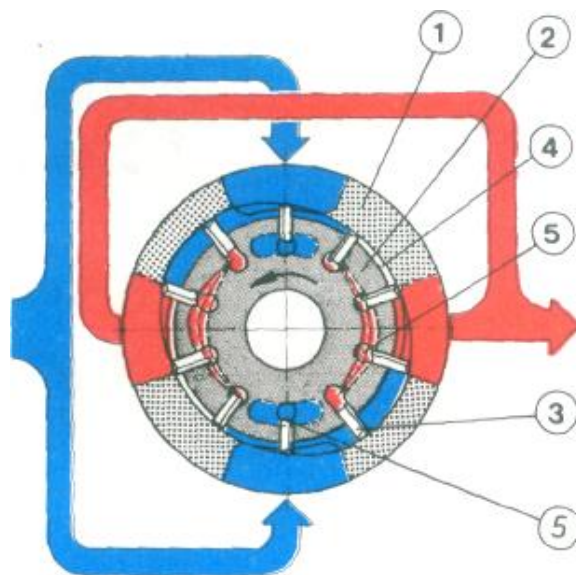
SI. 5.3 - Krilnu pumpa konstantnog protoka

Radni elementi krilne pumpe su krilca kojih najčešće ima 10 do 12, a radna komora je prostor između krilaca, statora i rotora. Krilca krilne pumpe češće su radijalno ugrađena u rotor, a ređe u stator. Pri obrtanju rotora ekscentrično postavljenog u statoru krilca naležu na unutrašnju površ statora, izvlačeći se i uvlačeći u svoja sedišta pod dejstvom centrifugalne sile, zavisno od ekscentričnosti. Radne komore pri obrtanju rotora u naznačenom smeru menjaju svoju zapreminu. Kada zapremina raste, pritisak opada i tečnost se usisava kroz usisni vod. Krilca se izvlače pod dejstvom centrifugalne sile i zatvaraju komoru. Daljim obrtanjem rotora zapremina radne komore se smanjuje, povećava se pritisak, krilca se uvlače u sedista rotora, a radna tečnost pod pritiskom potiskuje se u potisni vod.

Na slici 5.4 označeni su sledeći delovi krilne pumpe konstantnog protoka sa dvojnim ekscentricitetom: 1 - stator sa dvojnim ekscentricitetom, 2 - rotor sa žlebovima za dvojna krilca, 3 - dvojna krilca, 4 - komora i 5 - sedište krilca.

Pri obrtanju rotora u naznačenom smeru radne komore menjaju zapreminu.

Kada zapremina raste, pritisak opada i tečnost se usisava kroz usisni vod. Krilca se izvlače pod dejstvom centrifugalne sile i zatvaraju komoru. Pri tome se u sedišta krilca (5) dovodi tečnost pod pritiskom, koja uravnotežava krilca. Daljim obrtanjem rotora zapremina radne komore se smanjuje, povećava se pritisak, a krilca se uvlače u sedišta rotora. Radna tečnost se potiskuje kroz potisni vod. Zbog dvostruke ekscentričnosti statora za jedan obrt rotora tečnost se dva puta usisava i potiskuje, a istovremeno je obezbeđeno radijalno hidrauličko rasterećenje vratila.



SI. 5.4 Krilna pumpa

Krilne pumpe su jednostavnije za izradu, rukovanje i održavanje. Rade na niskim i srednjim pritiscima i imaju veliki protok. Imaju malu zapreminu i masu po jedinici snage, i mirno i tiho rade. Pogodne su za ugradnju u hidrauličke sisteme vozila. Osetljive su na udarne pritiske, koji mogu da polome krilca. Prosečni zapreminski stepen iskorišćenja je $\eta_v = 0,85$ i ukupni stepen iskorišćenja $\eta = 0,7$.

Postoje krilne pumpe kod kojih se može podešavati protok promenom ekscentriciteta.

Pored prikazane pumpe sa tri pumpna elementa, postoje i konstrukcije pumpi sa pet i sedam pumpnih elemenata. Klipovi su radijalno raspoređeni u odnosu na pogonsko vratilo. Svaki pumpni element je klipna pumpa pričvršćena na kućište. Klipovi se pomeraju pod dejstvom ekscentričnog vratila i opruga, i to tako što čine po jedan dvostruki hod za jedan obrt ekscentra. Tečnost se usisava kroz aksijalno izbušeni otvor na vratilu (veća bela strelica) i preko radijalnih otvora zbog povećanja zapremine radnih komora popunjava usisni prostor. Usisni ventil predstavlja ventilska pločica pritisnuta iznutra slabom oprugom na zaptivne ivice. Pomeranjem klipa pumpnog elementa (3.1) prema centru (vratilu) povećava se zapremina cilindra. Ventilska pločica se zbog smanjenja pritiska u cilindru pomera ka vratilu i omogućava ulazak tečnosti u cilindar. Kada se klip ekscentrom potisne od centra, potisnuće preko radne tečnosti i opruge ventilsku pločicu na zaptivne ivice (element 3.2). Daljim obrtanjem ekscentra podiže se kuglica ventila za pritisak i tečnost iz cilindra odlazi u potisni vod (element 3.3).

Radijalne klipne pumpe rade na srednjim i visokim pritiscima, a protok je manji nego kod aksijalnih klipnih pumpi. Stepem iskorišćenja je kao i kod aksijalnih klipnih pumpi, a masa i zapremina po jedinici snage su veće.

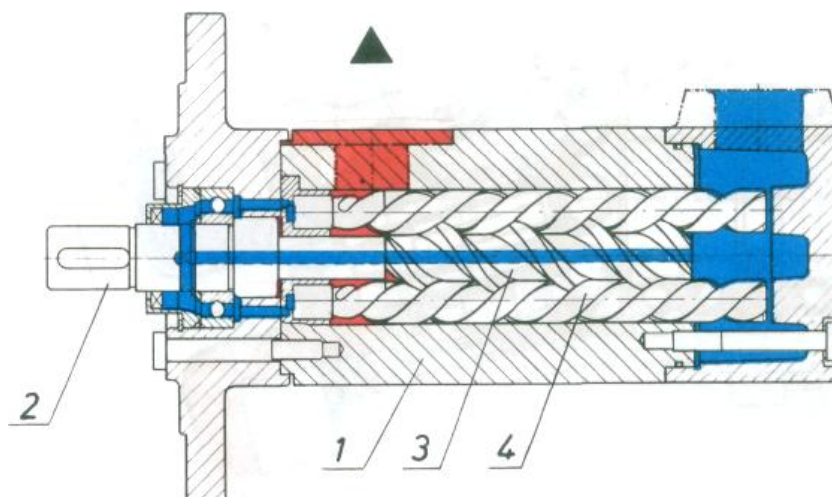
5.4. ZAVOJNE PUMPE

Radni elementi zavojne pumpe je rotor koji ima oblik navojnog vratila sa prilagođenim profilom za usisavanje i potiskivanje radne tečnosti. Radna komora je prostor između navojnog vratila i tela pumpe.

Na slici 5.8 označeni su sledeći delovi zavojne pumpe: 1 - kućište, 2 - radno vratilo, 3 - srednje navojno vratilo i 4 - bočna navojna vratila.

Srednje navojno vratilo sa desnim navojem prima obrtno kretanje preko radnog vratila sa rukavcem i prenosi ga na vođena bočna krila levog navoja. Radna komora je zatvorena i pomera se pri obrtanju od usisne ka potisnoj strani. Pri stalnom broju obrta radnog vratila pomeranje radne zapremine je stalno, kao i protok pumpe.

Zavojne pumpe rade na niskim i srednjim pritiscima i imaju veliki protok. Primenuju se kod mašina radilica, u prehrambenoj industriji, u industriji nafte i u drugim granama industrije. Zavojne pumpe se odlikuju pouzdanim i bešumnim radom i ravnomernim protokom. Stepem iskoriscenja iznosi oko $\eta = 0,8$.



SI. 5.8. - Zavojna pumpa