

PUMPE

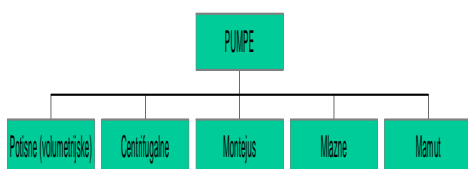
PRVO PREDAVANJE

1

- Transport kapljevina u cjevovodu ostvaruje se razlikom tlaka između krajnjih točaka cjevovoda
- s više razine k nižoj kapljevina se giba uslijed razlike tlaka uzrokovane razlikom razina
- razlika razina mora biti dovoljna da se postigne potreban protok i da se svladaju otpori strujanja
- hidraulički strojevi, koji kapljevini daju energiju i povisuju joj tlak

2

Zavisno o principu rada pumpe se dijele



3

POTISNE PUMPE

u kojima se tlačenje kapljevine iz zatvorenog prostora pumpe ostvaruje tijelom, koje se giba translatorno ili rotaciono

CENTRIFUGALNE PUMPE

u kojima se kapljevina tlači centrifugalnom silom inercije, koja nastaje u kapljevine uslijed vrtnje rotora

4

MONTEJUS PUMPE

- u kojima se ostvaruje strujanje kapljevine dovođenjem stlačenog zraka, plina ili pare na površinu kapljevine

MLAZNE PUMPE

- u kojima se kapljevina tlači strujom zraka, pare ili vode

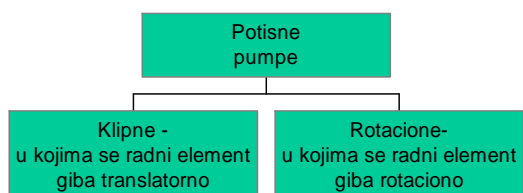
MAMUT PUMPE

- u kojima se ostvaruje strujanje kapljevine nastajanjem pjene uslijed dodavanja zraka ili plina kapljevine

5

POTISNE PUMPE

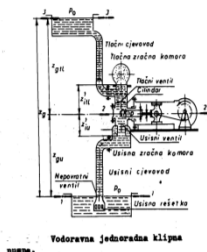
Obzirom na vrstu gibanja radnog elementa



6

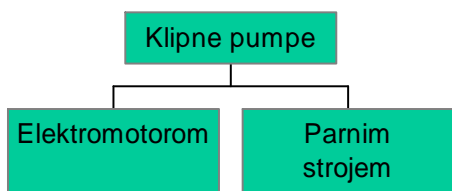
Glavni dijelovi klipne pumpe:

- Cilindar
- Klip, koji se giba translatorno i naizmjenično usisava kapljevinu u cilindar i iz cilindra istiskuje u cjevovod
- Ventili, koji periodički spajaju prostor cilindra s usisnim i tlačnim cjevovodom
- Usisna i tlačna zračna komora
- Mehanizam za pokretanje klipa
- Usisni i tlačni cjevovod
- Usisna rešetka sa nepovratnim ventilom



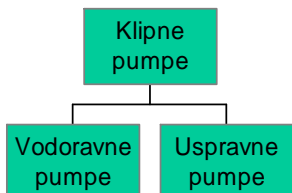
7

Prema vrsti pogona klipne pumpe

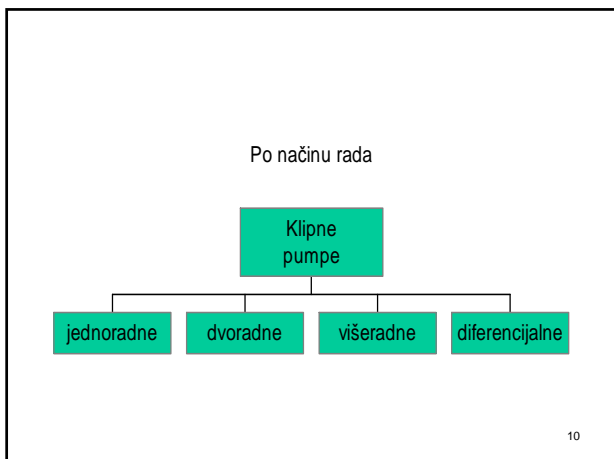


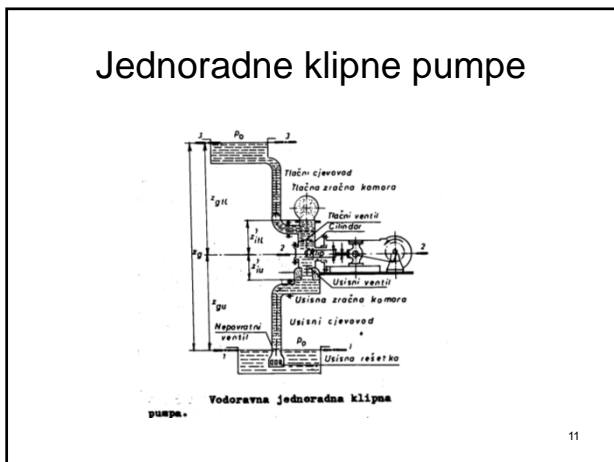
8

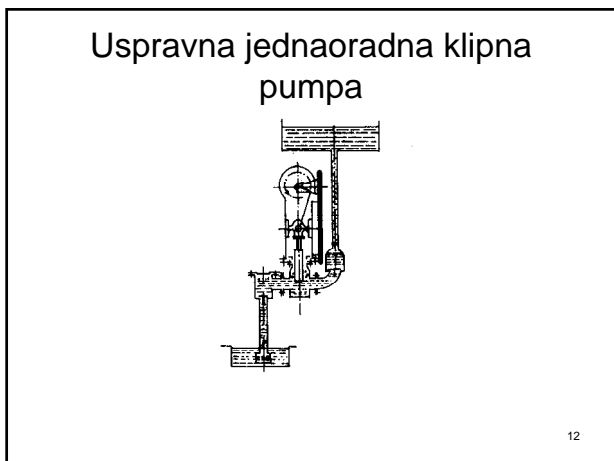
Ovisno o položaju klipa



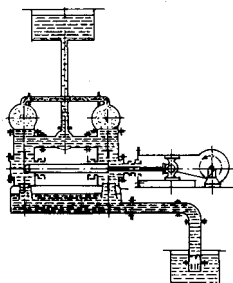
9





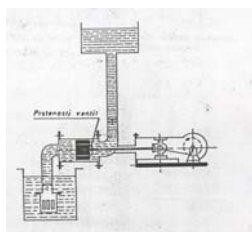


Dvoradna klipna pumpa



13

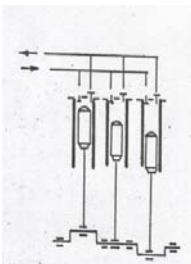
Pumpa sa prolaznim klipom



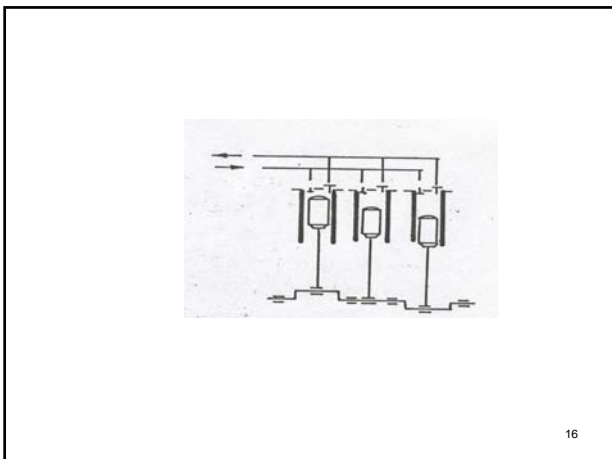
14

VIŠERADNA KLIPNA PUMPA

- Sastoji se od više jednoradnih klipnih pumpa pri čemu su klipovi položeni vodoravno ili uspravno
- Zajednički usisni i tlačni cjevovod
- Klipovi se dovode u translatorno gibanje preko koljениčastog vratila – radilice
- Vratilo je svinuto tako da se klipovi višeradne pumpe uvijek nalaze u različitim položajima
- Koljena četvororadne pumpe razmaknuta su za 90° jedno od drugog, ima 4 klipa, 4 usisna i 4 tlačna ventila, 4 usisne i 4 tlačne zračne komore
- Ravnomjerija dobava kapljevine i ravnomjerniji utrošak snage nego u jednoradnim i dvoradnim pumpama



15



DIFERENCIJALNA KLIPNA PUMPA

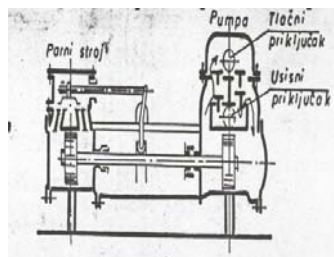
- Kapljevina se usisava za vrijeme jednog hoda, a istiskuje za vrijeme dva hoda klipa
- Vodoravna i uspravna

A detailed cross-sectional diagram of a differential piston pump. It shows the internal mechanism with three pistons and their connecting rods. The diagram is labeled with the number 17 in the bottom right corner.

PUMPE POGONJENE PARNIM STROJEM

- Za transport hlapivih lako zapaljivih kapljevina i vruće vode,
- Za dobavu vode u parne kotlove koriste se pumpe pogonjene parnim strojem s razvodnikom
- Parni stroj ima zajedničku klipnjaču s pumpom
- Potrošnja pare 40 – 90 kg/(kWh)

A diagram showing a steam engine (labeled 'Parni stroj') connected to a pump (labeled 'Pumpa'). The pump has two pistons, one labeled 'Usisni priključak' (suction connection) and the other 'Istisni priključak' (discharge connection). The diagram is labeled with the number 18 in the bottom right corner.



19

UČIN KLIPNE PUMPE

- Idealni učin jednoradne pumpe (obujam kapljevine koji istiskuje pumpa):

$$V_i = Axn \quad (\text{m}^3 / \text{s})$$
- x – hod klipa (m); n – broj okretaja vratila ili broj dvojnih hodova pumpe (1/s); A – površina klipa (m^2); d – promjer klipa (m); A_k – površina klipnjače (m^2); d_k – promjer klipnjače (m)
- Gubici kapljevine tijekom pumpanja – dio kapljevine kojoj se predaje energija na ulazu u tlačni cjevovod

20

Stvarni učin pumpe:

$$V = \eta_v V_i$$

$$V = \eta_v A x n$$

Dvoradna pumpa:

- Hod klipa u desno - usisava se $A x$, a iz desne se istiskuje $(A - A_k) x$ kapljevine
- Pri obratnom hodu klipa istiskuje se $A x$ s lijeve strane cilindra i istovremeno se siše na desnoj strani $(A - A_k) x$ kapljevine
- Prema tome se za jedan okretaj vratila u tlačni cjevovod dobavlja:

$$(A - A_k) x + A x = (2A - A_k) x$$

21

- Idealni učin:

$$V_i = (2A - A_k) \cdot x \cdot n$$

- Stvarni učin pumpe:

$$V = \eta_v (2A - A_k) \cdot x \cdot n$$

Diferencijalna pumpa:

- Hod klipa u desno - u lijevoj strani cilindra usisava se Ax kapljevine; a iz desne se strane istovremeno istiskuje $(A - A_k) \cdot x$
- Povratni hod klipa - iz lijeve strane se cilindra kroz tlačni ventil istiskuje Ax kapljevine; a istovremeno se na desnoj strani oslobađa prostor $(A - A_k) \cdot x$, koji se popunjava kapljevinom iz lijevog dijela cilindra

22

U tlačni cjevovod ulazi samo obujam:

$$Ax - (A - A_k) \cdot x = A_k x$$

Za vrijeme hoda naprijed i natrag klipa se dobavlja:

$$(A - A_k) \cdot x + A_k x = Ax$$

Diferencijalna = jednoradna

Obujamski stupani iskorištenja

- Kašnjenjem pri zatvaranju i otvaranju tlačnog i usisnog ventila uslijed čega dolazi otjecanja kapljevine kroz nezatvorene ventile
- Do otjecanja dolazi zbog slabog zaptivanja brtvi i spojnih dijelova pumpe
- Oslobađanje zraka iz kapljevine kad je u cilindru podtlak, kao i uslijed ulaženja zraka kroz nedovoljno brtvljena spojna mjesta na usisnom cjevovodu

23

- Kod ispravno izvedene pumpe zrak se ne nakuplja u gornjem dijelu cilindra nego odlazi u tlačni cjevovod sa kapljevinom

U dobro izvedenim pumpama za učinak

- Veći $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ odgovara $\eta_v = 0,97-0,99$
- Srednji učinak $0,005 - 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$
 $\eta_v = 0,9 - 0,95$
- Mali učinak ispod $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$
 $\eta_v = 0,85-0,9$
- Pri transportu gustih i viskoznih kapljevine obujamski stupanj iskorištenja se smanjuje za 5-10% u odnosu na navedene vrijednosti
- Istrošene i loše izvedene pumpe imaju obujamski stupanj iskorištenja manji od 0,4

24

Visina dobave klipne pumpe

- Pri hodu klip savladava više otpora koji ovise o visini dobave kapljevine, duljini cjevovoda, brzini strujanja kapljevine, otporima u cjevovodima i u samoj pumpi
- Uslijed neravnomjernog gibanja kapljevine, klip savladava sile inercije, koje su različite zavisno o položaju klipa

25

Zračne komore

- Sile inercije nastaju uslijed neravnomjernog gibanja kapljevine u usisnom i tlačnom cjevovodu i suprotnog su smjera od smjera gibanja kapljevine
- Pri većim visinama dobave je pad tlaka uslijed sile inercije znatan
- Zračne komore smanjuju sile inercije stupca kapljevine u klipnim pumpama
- Izvedene su u obliku zvona i djelomično ispunjene zrakom
- Zrak osigurava ravnomjernije gibanje kapljevine i miran rad pumpe

26

- Usisna strana pumpe – z_{iu} na tlačnoj strani pumpe z_{itl} – postoje sile inercije
- 1-1 od ove razine strujanje je praktično ravnomjerno, slično je i iznad z_{itl}
- Smanjenjem z_{iu} i z_{itl} smanjuje se utjecaj sile inercije
- Zračne komore što bliže ventilima pumpe
- Za vrijeme usisnog hoda klipa u usisnu zračnu komoru ulazi manje kapljevine nego što se iz usisne zračne komore usisava u cilindar pumpe

27

- Zato se obujam kapljevine u usisnoj zračnoj komori smanjuje i povećava obujam zraka
- Pri tlačnom hodu klipa kapljevine se ne usisava iz usisne zračne komore u cilindar pumpe, ali u nju idalje dotječe kapljevine
- Obujam se tada kapljevine povećava, a smanjuje obujam zraka
- Promjena obujma zraka u zračnim komorama

$V_{\max} - V_{\min}$ se određuje proračunom, za jednoradnu 0,55Ax, te
troradnu 0,009 Ax

- Stupanj neravnomjernosti dotoka kapljevine u zračne komore

$$\eta_z = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_z}$$

- V_z – srednji obujam zraka u zračnim komorama
- Jednoradne klipne pumpe $\eta_z = 0,01-0,05$
- V_z – višekratnik obujma hoda klipa Ax, obujam usisne zračne komore od 5Ax do 10Ax, tlačne komore 8 Ax

28

Snaga i stupanj iskorištenja klipne pumpe

- Rad nastao jednoradnom klipnom pumpom pri jednom okretaju:

$$W = pAx = z_d \rho g Ax$$

- p je tlak na klip pumpe, A površina klipa, x hod klipa
- Ukupna idealna snaga pumpe bilo kojeg tipa za broj okretaja n:

$$P_i = Wn = pAxn = z_d \rho g A x n$$

29

Za jednoradnu klipnu pumpu $V_i = Axn$:

$$P_i = V_i z_d \rho g$$

Zbog hidrauličkih otpora u pumpi, trenja, udara, visina dobave je manja:

$$z_d' = \eta_h z_d$$

- gdje je η_h hidraulički stupanj iskorištenja

Zbog mehaničkih trenja u membranama i ležajevima itd. Snaga pumpe je veća od idealne:

$$P = P_i / \eta_m$$

- η_m – mehanički stupanj iskorištenja

30

Snaga na vratilu pumpe:
$$P = \frac{Vz_d \rho g}{\eta_m \eta_v \eta_h} = \frac{Vz_d \rho g}{\eta}$$

- η ukupni stupanj iskorištenja

Za klipne pumpe 0,72 – 0,93

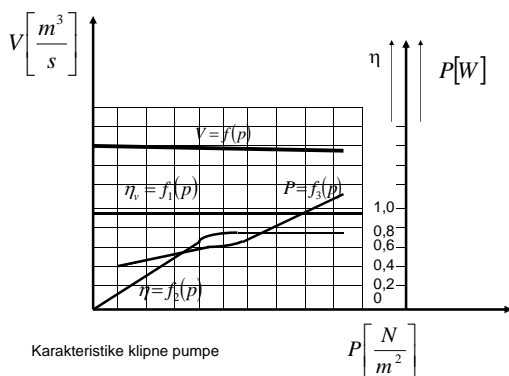
Za izravno pogonjene pumpe 0,83-0,88

Snaga elektromotora za pokretanje pumpe:

$$P_{el. mot.} = \frac{P}{\eta_{pr}}$$

- η_{pr} stupanj iskorištenja prijenosa
- 1,5 –4 kW -----20%
- 4- 40 kW -----15%
- Iznad 40 kW -----10 % se poveća snaga da se izbjegne preopterećenje elektromotora

31

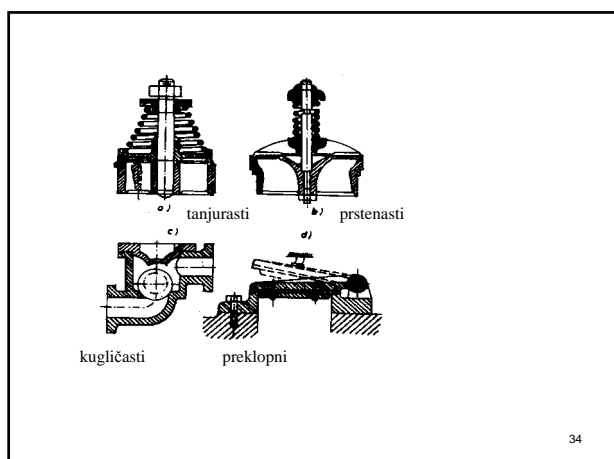


32

Usisni i tlačni ventil

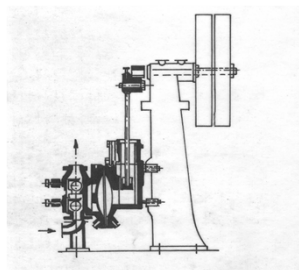
- Tanjurasti ili prstenasti ventil koji se podiže sa sjedišta uslijed tlačenja kaljevine klipom a spušta uslijed djelovanja opruge ili vlastite mase
- Za transport viskoznih kapljevine ili suspenzija koristi se kuglični ventil
- Puni ili šuplji iz bronz, čelika, ebonita i dr.
- Preklopni ventil- suspenzije- veliki presjek za prolaz kapljevine- pomiče se po zakonu gibanja klipa – brzina gibanja ventila promjeljiva

33



Membranske pumpe

- Kisele kapljevine, suspenzije
- Klip je odijeljen od transportirane kapljevine elastičnom pregradom membranom
- Membrana – guma ili od specijalnog čelika
- Dijelovi pumpe – lijevo od membrane – kao kućište, kuglični ventili itd. izrađuju se od materijala otpornih na kiselinu ili zaštićuju prevlakom otpornom na kiselinu (olovo, guma i sl.)

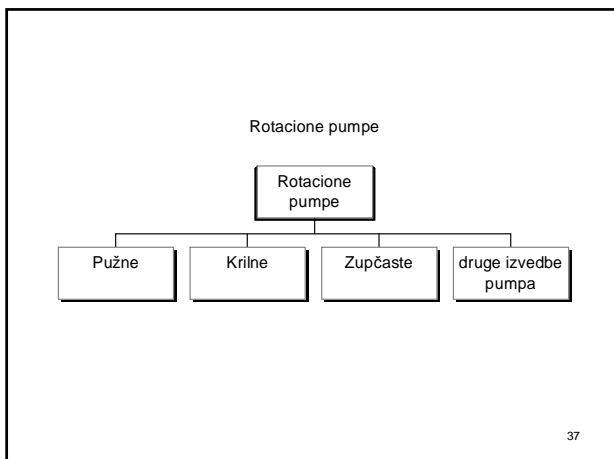


35

Rotacione pumpe

- Tlačenje kapljevine iz zatvorenog prostora uslijed vrtnje radnog elementa pumpe
- Izvedba radnog elementa može biti raznolika
- Nemaju usisne i tlačne ventile, zračne komore
- Sigurne su u pogonu, ravnomjerno dobavljaju kapljevinu, transportiraju vrlo viskozne kapljevine uz promjenu broja okretaja
- Nepropusnost radnih elemenata pumpe se s vremenom snižuje i javlja se opasnost zaklinjavanja
- Ne smiju se transportirati kapljevine koje sadrže krute primjese

36

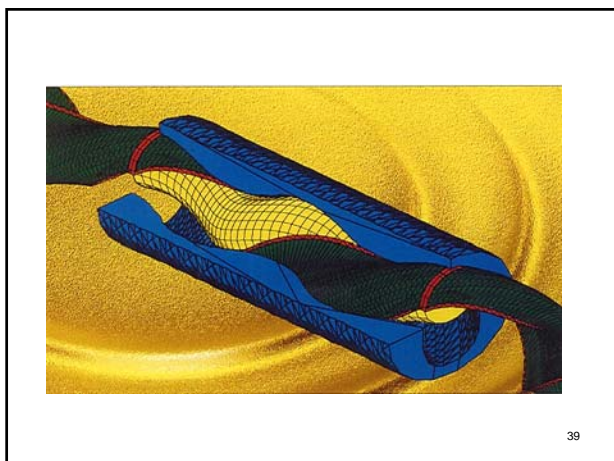


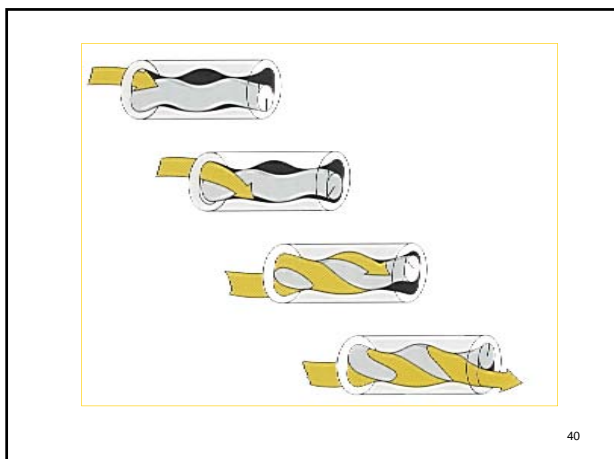
Pužne pumpe ili Helikoidalne pumpe

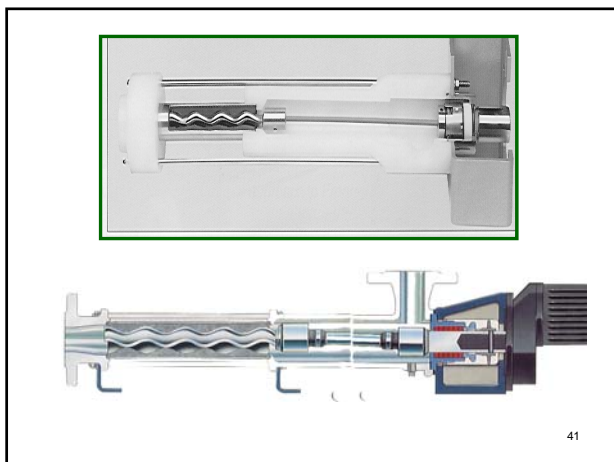
- Glavni dijelovi su klip i kućište
- Klip – helikoidalna spirala koja se okreće u kućištu specijalnog unutarnjeg oblika
- Okretanjem klipa se prostor između klipa i kućišta progresivno smanjuje i ostvaruje usisavanje i tlačenje kapljevine
- z_2 se povećava sa povećanjem duljine klipa i kućišta ili povećanjem broja okretaja



38





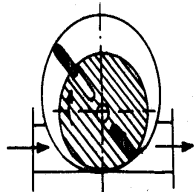


- Klip pumpe- čelik izvana zaštićen antikorozivnim materijalom- nehrđajući čelik, plastične mase
- Pastaste kapljevine, grube suspenzije
- Primjena u prehrambenoj, fermentativnoj i srodnim industrijama
- Klip se vremenom istroši, lako se zamjenjuje
- Loša strana – smanjenjem V jako raste dobava pumpe z_d
- Nesmije se pustiti u rad ako je zatvoren ventil na tlačnom cjevovodu
- Pogon - neposredno elektromotorom

42

Krilna pumpa

- Vratilo je postavljeno u kućište ekscentrično i ima uzdužne proreze pod pravim kutem
- U prorezima se nalaze dva krilca koja se mogu radijalno neovisno pomicati
- Okretanjem vratila krajevi krilaca se priljubljuju uslijed centrifugalne sile inercije k stijenkama kućišta pumpe i dijele prostor na usisni i tlačni
- krilca djeluju poput klipa pomoću kojih se kapljevina usisava i tlači

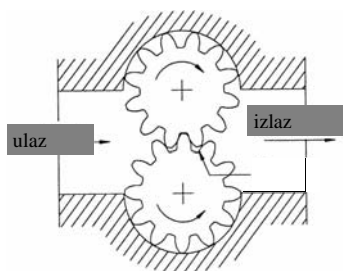


43

Zupčaste pumpe

- Usisavanje i tlačenje kapljevine nastaje uslijed suprotnog smjera vrtnje dvaju valjkastih zupčanika zatvorenih u kućištu pumpe
- Ulogu klipova vrše valjkasti zupčanici

44



45

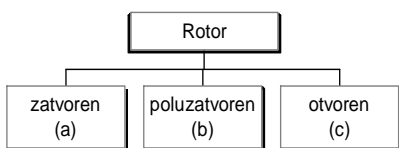


- Aromatiziranje
- Vitamini
- Bomboni
- Pigmenti
- Kapljeviti aditivi
- Škrobovi
- Ulja za prehranu

46

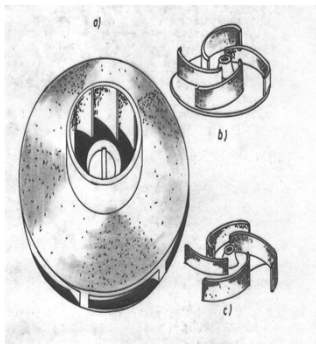
Centrifugalna pumpa

- rotor, kućište, usisni i tlačni cjevovod
- rotor centrifugalne pumpe

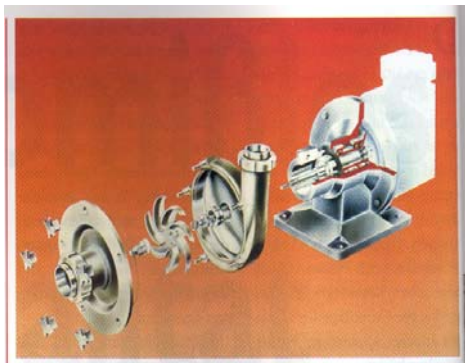


47

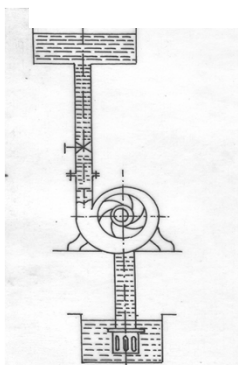
- Rotor je nasađen na vratilo,
- pokreće se neposredno elektromotorom
- Kućište je obično spiralnog oblika, u njemu je rotor
- Između lopatica rotora postoje kanali kroz koje tijekom vrtnje struji kapljevina



48



49



50

Princip rada

isisavanje i tlačenje kapljevine nastaje uslijed djelovanja centrifugalne sile inercije pri vrtnji rotora

Na vratilo je pričvršćen rotor sa lopaticama određenog oblika

- na kućište pumpe je u osi vrtnje smješten usisni priključak, preko kojega je pumpa priključena na usisni cjevovod
Tlačni priključak je smješten tangencijalno na kućište pumpe i povezan na tlačni cjevovod
- na ulazu u usisni cjevovod je postavljen povratni ventil i služi za punjenje pumpe kapljevinom prije puštanja u rad

51

- U tlačni cjevovod se ugrađuje povratni ventil, te se sprečava povrat kapljevine u pumpu i zaštićuje od hidrauličkog udara pri iznenadnom zastoju u radu
- Okretanjem lopatica pumpe kapljevini, koja se nalazi unutar rotora, daje se kružno gibanje
- Centrifugalna sila kapljevinu baca od središta prema obodu i preko kućišta kapljevinu potiskuje u tlačni cjevovod
- Okretanjem rotora kapljevina se neprestano usisava i potiskuje iz pumpe, pa kapljevina teče ravnomjerno i neprekidno
- Tlak izazvan centrifugalnom silom, kao i z_d se povećavaju s povećanjem n

52

centrifugalne pumpe

centrifugalne pumpe

jednostepene
imaju jedan rotor

višestepene
imaju više rotora

53

STRUJANJE KAPLJEVINE U PUMPI

- u kanalima rotora kapljevina ima složeno gibanje
- giba se uzduž kanala unutar rotora u radijalnom smjeru i okreće u smjeru okretanja rotora
- v_1 i v_2 – relativna brzina (brzina za motrioca , kad bi se okretao zajedno s rotorom) kapljevine na ulazu u kanal i izlazu iz kanala rotora
- v_{01} i v_{02} – obodna brzina kapljevine na unutarnjem obodu pri okretanju rotora i na vanjskom obodu rotora
- r_1 i r_2 – polumjer unutarnjeg i vanjskog oboda rotora
- Gdje je:

$$v_{01} = 2\pi r_1 n ; \quad v_{02} = 2\pi r_2 n$$

54

- v_{a1} i v_{a2} – apsolutna brzina na ulazu kapljevine u rotor usmjerena pod kutem α_1 i apsolutna brzina na izlazu kapljevine iz rotora usmjerena pod kutem α_2
- v_{o1} i v_{o2} – obodna brzina kapljevine na unutarnjem obodu pri okretanju rotora i na vanjskom obodu rotora
- v_1 i v_2 – relativna brzina (brzina za motrioca , kad bi se okretao zajedno s rotorom) kapljevine na ulazu u kanal i izlazu iz kanala rotora
- Visina dobave :

$$z_d = z_{gu} + z_{gtl} + z_t = \frac{v_{o2}^2 - v_{o1}^2}{2g} + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} + \frac{v_{a2}^2 - v_{a1}^2}{2g}$$

55

- Euler
- Kapljevina u rotoru dobija energiju:
Centrifugalna sila inercije – prvi član u
jednadžbi
Pretvaranje dijela energije u tlačnu (zbog
širenja kanala) – drugi član
Povećanja kinetičke energije pri prolazu
kapljevine kroz rotor uslijed vrtnje rotora i
pogodnom konstrukcijom lopatica – treći
član

56

Usisna visina dobave centrifugalne pumpe

$$z_{gu} = \frac{p_o}{\rho g} - \frac{p_i}{\rho g} - \frac{v_{a1}^2 - v_u^2}{2g} - z_u$$

- p_1 - tlak kapljevine na ulazu u rotor ne može biti manji od tlaka pare kapljevine p_i , pa je :

$$z_{gu} \leq \frac{p_o}{\rho g} - \frac{p_i}{\rho g} - \frac{v_{a1}^2 - v_u^2}{2g} - \sum \zeta \frac{v_u^2}{2g}$$

- Usisna visina ovisi o tlaku p_o nad površinom kapljevine , p_i tlaku para kapljevine, v_u brzini gibanja kapljevine kroz usisni cjevovod, v_{a1} apsolutnoj brzini gibanja kapljevine na ulazu u rotor , gustoći kapljevine i otporima u usisnom cjevovodu

57

- Povećanjem T kapljavine raste tlak para kapljavine i zraka, koji se izdvaja iz kapljavine uslijed podtlaka, zbog čega se usisna visina pumpe smanjuje
 - Za povećanje usisne visine – potpuna hermetičnost usisnog cjevovoda i mali pad tlaka u njemu
 - Za transport vrućih kapljavina pumpu treba smjestiti ispod razine kapljavine u spremniku
- | | | | | | | | |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|
| T / C | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 65 |
| z_{gu}/m | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

58

Snaga na vratilu centrifugalne pumpe

$$P = \frac{P_i}{\eta_m}$$

$$P = \frac{V' z_d \rho g}{\eta_v \eta_h \eta_m} = \frac{V' z_d \rho g}{\eta}$$

$$V' = \eta_v V_i'$$

$$z_d' = z_d \eta_h$$

$$\eta = \eta_m \eta_h \eta_v$$

59

Karakteristike centrifugalne pumpe

- Izrađuju se određenog V' , z_d , P i n pri kojima pumpa radi sa najboljim η
- Često pumpa radi pri drugim V' i P , što uzrokuje promjenu ostalih parametara

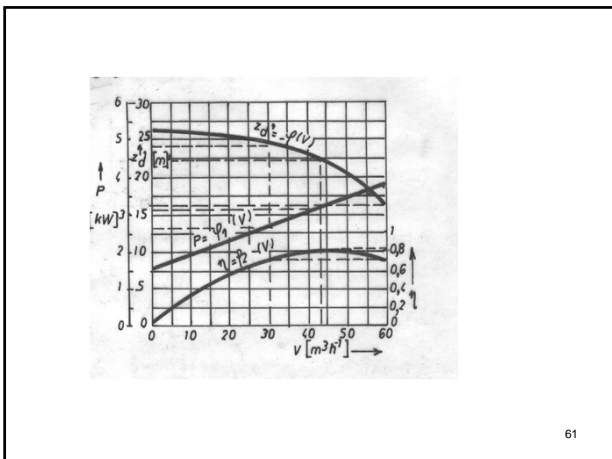
- Zavisnost se može izraziti:

$$\frac{V'}{V_1'} = \frac{n}{n_1}$$

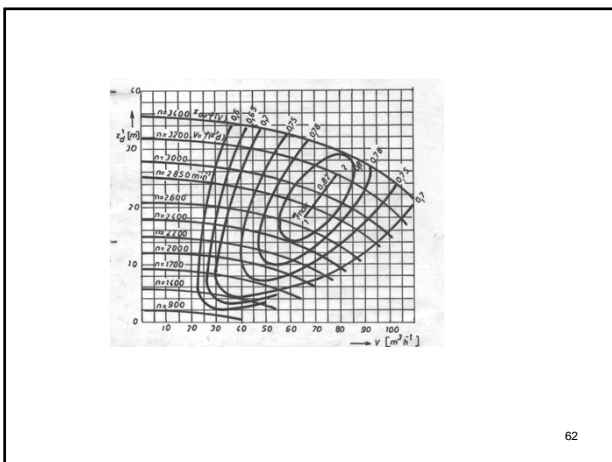
$$\frac{z_d}{z_{d1}} = \left(\frac{n}{n_1} \right)^2$$

$$\frac{P}{P_1} = \left(\frac{n}{n_1} \right)^3$$

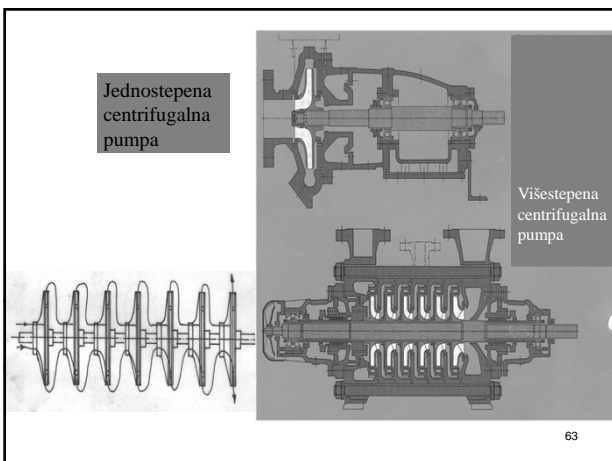
60



61



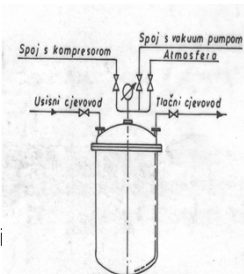
62



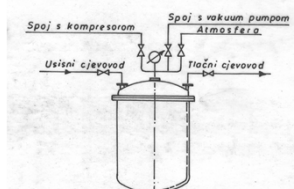
63

Montežus pumpe

- Pastaste kapljevine i korozivne kapljevine
- Podižu se stlačenim zrakom na male visine
- Vodoravni ili uspravni spremnik proračunat na tlak $(3-4) \times 10^5 \text{ Pa}$
- U njega se dovodi stlačen zrak ili inertni plin



64



Rade obično diskontinuirano

Oni koji rade kontinuirano zovu se pulsometri

z – geodetska visina podizanja kapljevine

v – brzina strujanja kapljevine u tlačnom cjevovodu

p_o – tlak u prostoru u kojem se transportira kapljevine

$\sum \zeta$ – zbroj svih otpora tlačnog cjevovoda

Tlak za podizanje kapljevine:

$$p = z\rho g + 0,5 \rho v^2 (1 + \sum \zeta) + p_o$$

65

- Brzina strujanja kapljevine u tlačnom cjevovodu pri zadanom tlaku:

$$v = 4,43 \left[\frac{p - p_o - z\rho g}{\rho(1 - \sum \zeta)} \right]^{0,5}$$

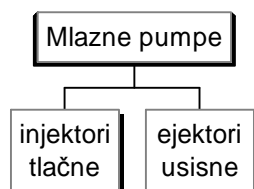
- p – tlak za podizanje kapljevine
- p_o – tlak u prostoru u kojem se transportira kapljevine
- z – geodetska visina podizanja kapljevine
- $\sum \zeta$ – zbroj svih otpora tlačnog cjevovoda
- **Nema dijelova koji se gibaju**
- **Stupanj iskorištenja 0,15-0,2**
- **Mali učin**

66

MLAZNE PUMPE

- Transport kapljevine, koje se mogu miješati s kondenzatom vodene pare
- Usis i tlačjenje ostvaruje pretvaranjem kinetičke energije brze struje pare u potencijalnu tlačnu energiju

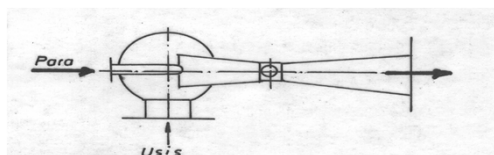
Mlazne pumpe



67

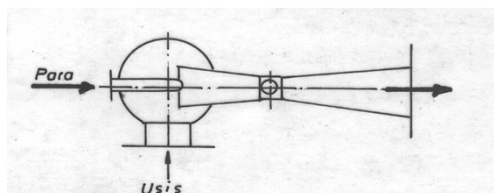
Parni injektor

- Para ulazi kroz priključak za upuštanje pare, prolazi kroz parnu sapnicu, u kojoj postiže veliku brzinu, s kojom ulazi u sapnicu za miješanje
- Zato se u usisnoj komori stvara podtlak pa se kapljevine usisava kroz priključak
- Na ulazu u sapnicu se para susreće s kapljevnom i velikom se brzinom uvlači u difuzor
- U difuzoru se brzina kapljevine pretvara u tlak i zajedno s kondenzatom odlazi u tlačni cjevovod

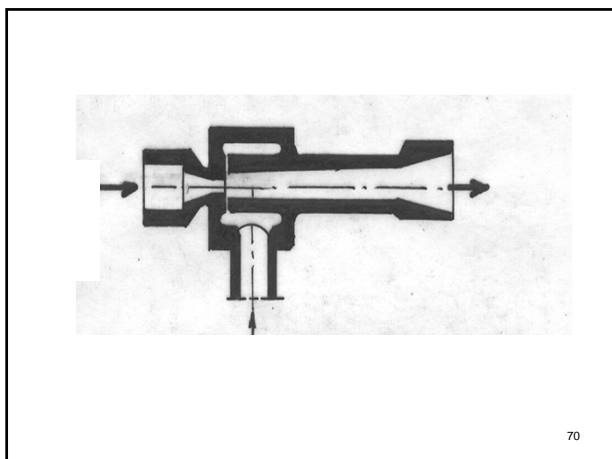


68

- Kapljevine tlačena injektorom može savladati tlak znatno veći od tlaka radne pare
- Temperatura može narasti i do 90°C zbog oslobodjenja topline ukapljivanjem pare
- Veliki gubitak energije i relativno niski stupanj iskorištenjem injektora se primjenjuje samo ako je moguće koristiti toplinu kapljevine, koja se grije uslijed ukapljivanja pare u injektoru – npr. punjenje parnih kotlova vodom



69



70

- Mlazna parna pumpa je slična po izvedbi i načinu rada mlaznoj pumpi
- Mlazna pumpa – usis i tlačenje kapljevina ostvaruje se na račun kinetičke energije struje vode koja velikom brzinom istječe iz stožastog nastavka
- Vodena mlazna pumpa – voda tlačena iz mreže prolazi kroz sapnicu, čiji se presjek ravnomjerno sužava, poprima veliku brzinu i kroz usisni otvor usisava kapljevinu iz usisnog cjevovoda te tlači u tlačni cjevovod

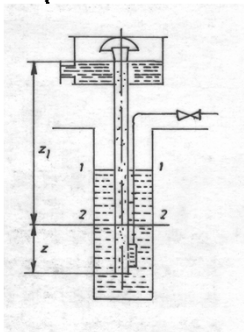
71

- Jednostavne konstrukcije i mali stupanj iskorištenja 0,1 – 0,25
- Niski stupanj iskorištenja objašnjava se time što se kapljevini predaje samo kinetička energija struje radnog medija, dok se u mlaznim parnim pumpa osim toga predaje kinetička energija, koja se oslobađa uslijed promjene fizičkog stanja radnog medija
- Za rad potreban tlak vode 3×10^5 do 4×10^5 Pa; usisna visina 2m, visina dobave 10 m

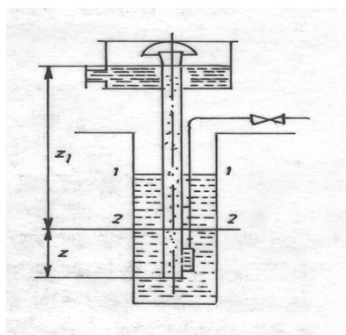
72

Mamut pumpe

- Radi na principu spojnih posuda, ispunjenih medijima različite gustoće koji se ne miješaju
- U cijev ispunjenu kapljevnom se uvodi stlačen zrak, mjehurići zraka se miješaju s kapljevnom
- Uslijed smanjenja gustoće kapljevina se podiže u cijevi i smjesa zraka i kapljevine počće istjecati kroz cijev
- da bi se osigurala odgovarajuća visina podizanja potrebno je osigurati neki nadtlak zraka koji ovisi o visini urona cijevi



73



74

- Cijev stlačenog zraka i cijevi za kapljevnu tz. miješač se postavlja 1 m do 1,5 m iznad donjeg kraja cijevi za kapljevnu zbog smanjenja gubitka zraka
- Iz smjese se zrak udaljuje pomoću separatora
- Nakon početka transporta 1-1 razina kapljevne se smanjuje od statičke razine do dinamičke 2-2 i time dubina urona miješača se smanjuje za veličinu z
- Obujam zraka koji je potreban za podizanje 1 m³ vode na visinu z₁ se određuje:

$$V' = \frac{1,75 z_1}{K \log \frac{z+10}{10}} \quad \text{m}^3_z / \text{m}^3_v$$

- K –iskustveni koeficijent ovisi o $\frac{z}{z + z_1}$

75

- Presjek cijevi se određuje na osnovu brzine 2,7 m/s u miješaču, a na izlazu iz tlačne cijevi 7m/s.
- Za razne kapljevine i kiseline, kapljevine visoke temperature
- Jednostavne konstrukcije i odsutnost bilo kakvog mehanizma ili pokretnih dijelova
- Niski stupanj iskorištenj 0,25 –0,35
- Mali učin
- Nedostaci: Kompresorka stanica za stlačeni zrak i znatna dubina urona

76
