

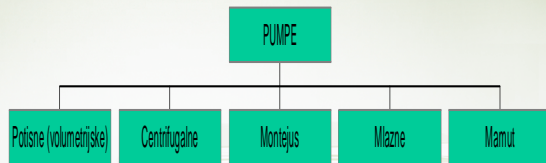
# PUMPE

1

- Transport kapljevina u cjevovodu ostvaruje se razlikom tlaka između krajnjih točaka cjevovoda
- s više razina 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, su oni koji kapljevinu daju energiju i povisuju joj tlak

2

Zavisno o principu rada pumpe se dijele



3

## POTISNE PUMPE

u kojima se tlačenje kapljevina 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 kapljevinu uslijed vrtnje rotora

4

## MONTEJUS PUMPE

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

## MLAZNE PUMPE

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

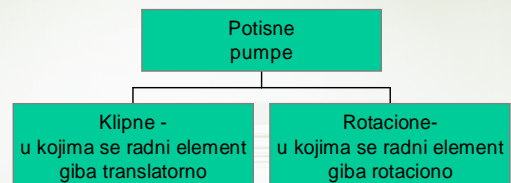
## MAMUT PUMPE

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

5

## POTISNE PUMPE

Obzirom na vrstu gibanja radnog elementa



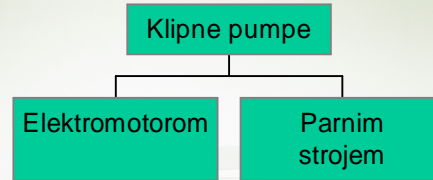
6

## 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

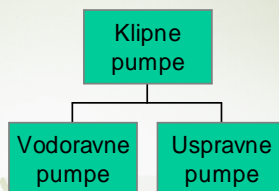
7

## Prema vrsti pogona klipne pumpe



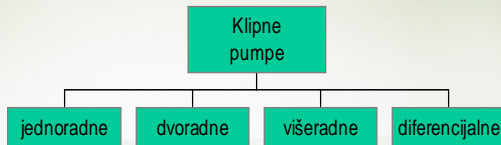
8

## Ovisno o položaju klipa



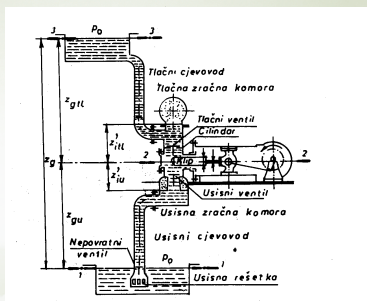
9

## Po načinu rada



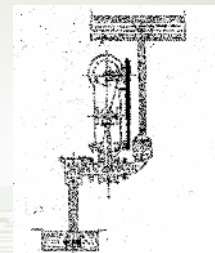
10

## Jednoradna klipna pumpa (vodoravna)



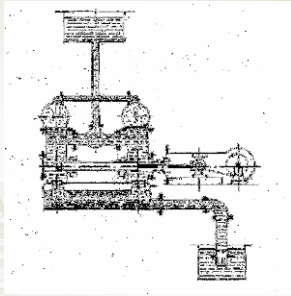
11

## Uspravna jednaoradna klipna pumpa



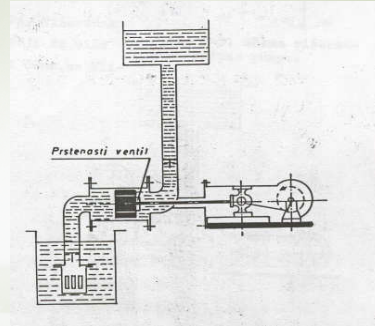
12

## Dvoradna klipna pumpa



13

## Pumpa sa prolaznim klipom



14

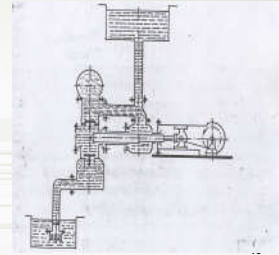
## VIŠERADNA KLIPNA PUMPA

- 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 četvorradne 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



## PUMPE POGONJENE PARNIM STROJEM

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

17

## UČIN KLIPNE PUMPE

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

$$V_i = A \times n \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

- x - hod klipa (m); n - broj okretaja vratila ili broj dvojnih hodova pumpe (1/s); A - površina klipa (m<sup>2</sup>); d - promjer klipa (m);
- Gubici kapljevine tijekom pumpanja - dio kapljevine kojoj se predaje energija na ulazu u tlačni cjevovod

18

Stvarni učin pumpe:

$$V = \eta_v V_i$$

$$V = \eta_v A \times n$$

Dvoradna pumpa:

- Hod klipa u desno - usisava se  $A_x$ , a iz desne se istiskuje  $(A - A_k) \times$  kapljevine,  $A_k$ - površina klipnjače ( $m^2$ );
- Pri obratnom hodu klipa istiskuje se  $A_x$  s lijeve strane cilindra i istovremeno se siše na desnoj strani  $(A - A_k) \times$  kapljevine
- Prema tome se za jedan okretaj vratila u tlačni cjevovod dobavlja:

$$(A - A_k) \times + A \times = (2A - A_k) \times$$

19

- Idealni učin:

$$V_i = (2A - A_k) \times n$$

- Stvarni učin pumpe:

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

Diferencijalna pumpa:

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

20

## 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

21

## Usisna visina klipne pumpe

- Usisna visina klipne pumpe je ograničena i određuje se prema:

$$z_{gu} = \frac{P_o}{\rho g} - \frac{P_u}{\rho g} - z_{iu} - z_{iu}$$

- Vidi se da ovisi o tlaku nad površinom kapljevine  $p_o$ , padu tlaka uslijed savladavanja trenja u usisnom vodu  $z_{iu}$  i padu tlaka uslijed sile inercije u usisnom vodu  $z_{iu}$
- Pri izboru pumpe treba voditi računa da atmosferski tlak ovisi o nadmorskoj visini
- 2000 m ----- $p_o = 81\,000$  Pa

22

- Povećanjem T kapljevine usisna visina se smanjuje jer se  $p_c$  povećava s povećanjem T
- Voda T = 10 -20°C maksimalna usisna visina je 7 m a srednja 6 m

23

## 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 znatan je pad tlaka uslijed sile inercije
- Zračne komore smanjuju sile inercije stupca kapljevine u klipnim pumpama
- Za vrijeme usisnog hoda klipa u usisnu zračnu komoru ulazi manje kapljevine nego što se iz usisne zračne komore usisava u cilindar pumpe

24

## 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  $n$ :

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

25

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

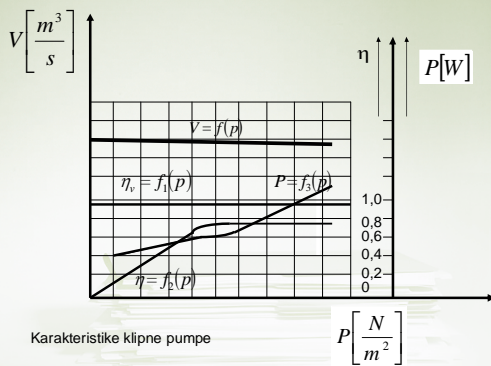
- $\eta$  ukupni stupanj iskorištenja
- Za klipne pumpe 0,72 - 0,93
- Za izravno pogonjene pumpe 0,83-0,88

Snaga elektromotora za pokretanje pumpe:

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

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

26

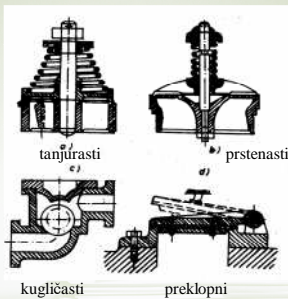


27

## Usisni i tlačni ventil

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

28

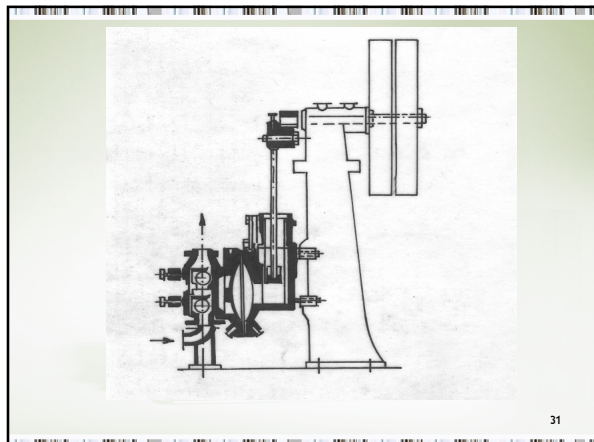


29

## 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.)

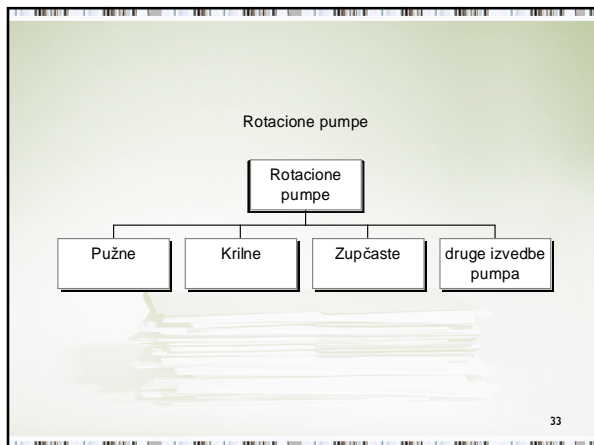
30



## 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 kapljevину, 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

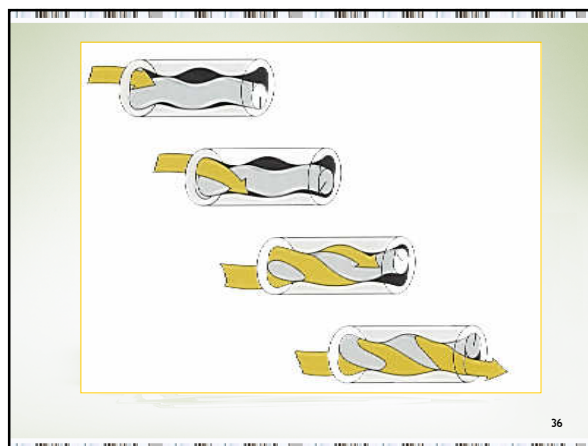
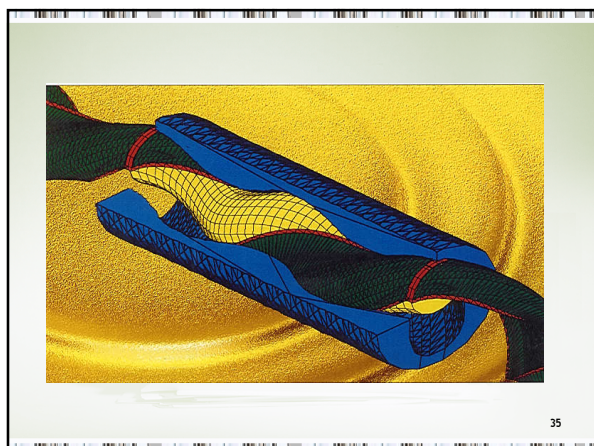
32

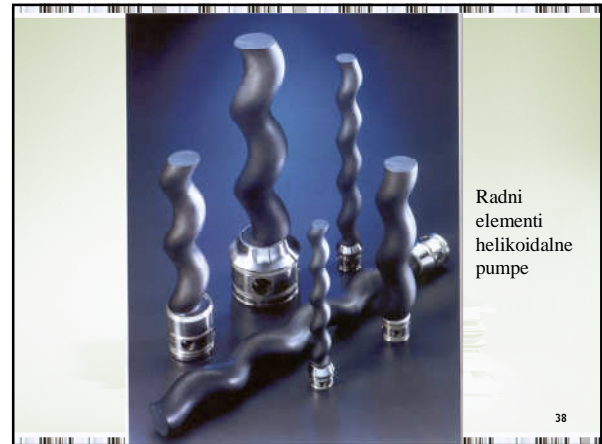
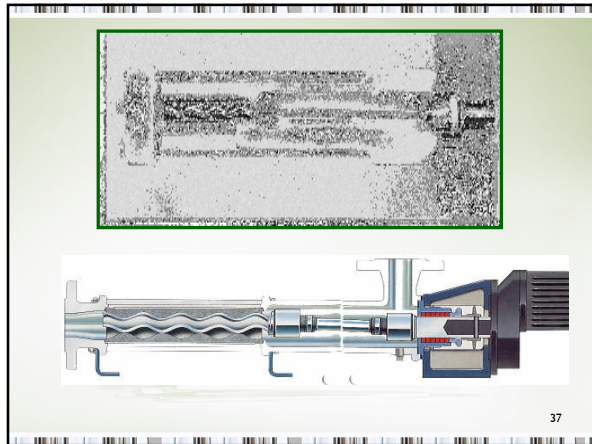


## Pužne pumpe ili Helikoidalne pumpe

- 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

34

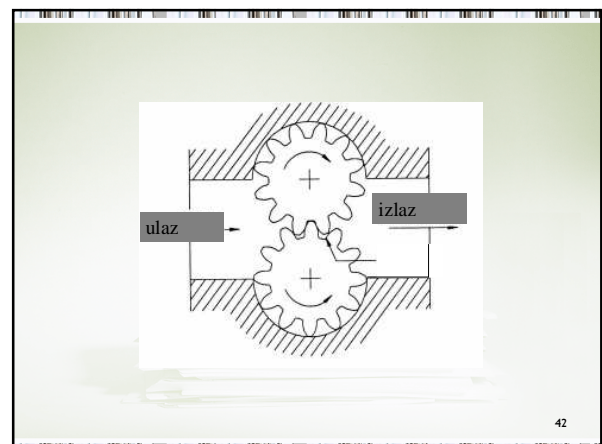




- Klip pumpe- čelik izvana zaštićen antikoroziivnim materijalom- nehrđajući čelik, plastične mase
  - Pastaste kapljevine, grube suspenzije
  - Primjena u prehrambenoj, fermentativnoj i srodnim industrijama
  - Klip se vremenom istroši, lako se zamjenjuje
  - Loša strana - smanjenjem V jako raste dobava pumpe  $Z_d$
  - Ne smije se pustiti u rad ako je zatvoren ventil na tlačnom cjevovodu
  - Pogon - neposredno elektromotorom
- 39

- ### 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
- 40

- ### Zupčaste pumpe
- Usisavanje i tlačenje kapljevine nastaje uslijed suprotnog smjera vrtnje dvaju valjkastih zupčanika zatvorenih u kućištu pumpe
  - Ulogu klipova vrše valjkasti zupčanici
- 41





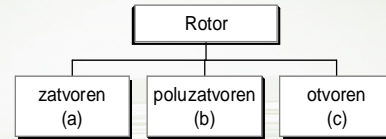
Aromatiziranje  
 Vitamini  
 Bomboni  
 Pigmenti  
 Kapljeviti aditivi  
 Škrobovi  
 Ulja za prehranu

43

## Centrifugalna pumpa

- rotor, kućište, usisni i tlačni cjevovod

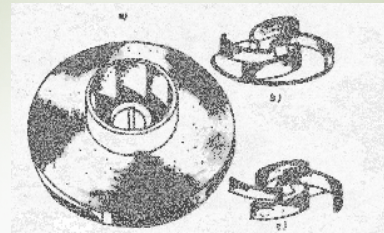
rotor centrifugalne pumpe



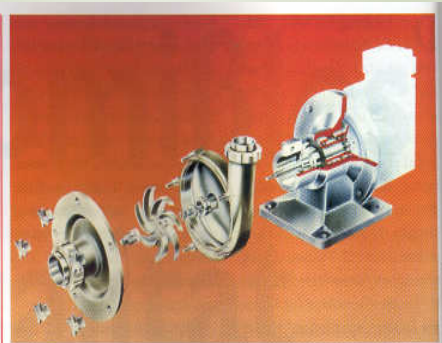
44

- Rotor je nasaden 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

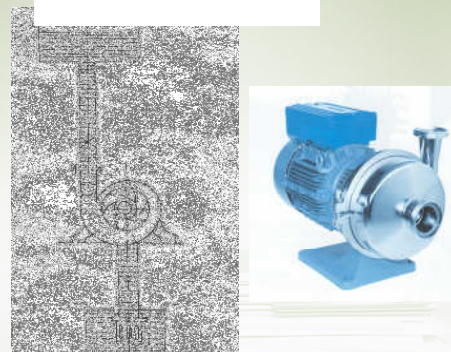
45



46



47



48



## 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 kapljevnom prije puštanja u rad

49

- 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 kapljevину baca od središta prema obodu i preko kućišta kapljevину potiskuje u tlačni cjevovod
- Okretanjem rotora kapljevina se neprestano usisava i potiskuje iz pumpe, pa kapljevina teče ravnomjerno i neprekidno

50

## centrifugalne pumpe

### centrifugalne pumpe

jednostepene  
imaju jedan rotor

višestepene  
imaju više rotora

51

Jednostepena  
centrifugalna  
pumpa

Višestepena  
centrifugalna  
pumpa

52

## Montežus

- 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

53

- Brzina strujanja kapljevine u tlačnom cjevovodu pri zadanom tlaku:

$$v = 4,43 \left[ \frac{p - p_0 - z\rho g}{\rho(1 - \Sigma \zeta)} \right]^{0,5}$$

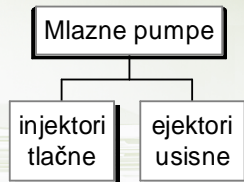
- Nema djelova koji se gibaju
- Stupanj iskorištenja 0,15-0,2
- Mali učin

54

## MLAZNE PUMPE

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

### Mlazne pumpe

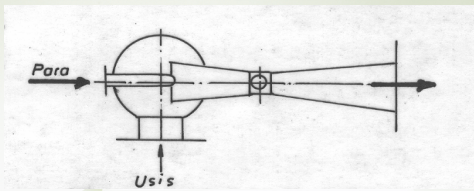


55

## 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 kapljevina usisava kroz priključak
- Na ulazu u sapnicu se para susreće s kapljevinom i velikom se brzinom uvlači u difuzor
- U difuzoru se brzina kapljevine pretvara u tlak i zajedno s kondenzatom odlazi u tlačni cjevovod

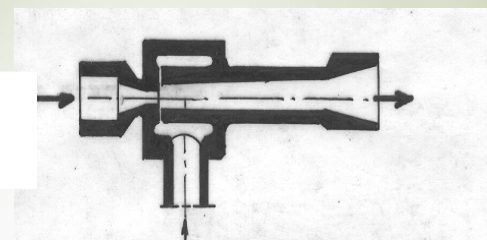
56



57

- Kapljevina 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

58



59

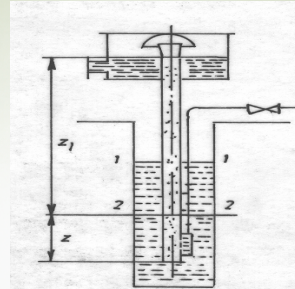
- Mlazna parna pumpa je slična po izvedbi i načinu rada mlaznoj pumpi
- Mlazna pumpa - usis i tlačenje kapljevina ostvaruje se na račun kinetičke energije struje vode koja velikom brzinom istječe iz stožastog nastavka
- Vodena mlazna pumpa - voda tlačena iz mreže prolazi kroz sapnicu, čiji se presjek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

60

## Mamut pumpe

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

61



62

- 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

63