

# LAEVA ABIMEHCHANISMID

Abimehhanisme võib tinglikult Liigitada:

## Peamasinat teenindavad

abimehhanismid ( jahutusseadmed, õlitusseadmed ,pumbad , kompressorid jne. ).

**Üldotstarbelised** ( rooliseade, kuivendussüsteemid , ventilsiooni-õhukonditsoneeri, küttesüsteemi seadmed, majandusveevarustus, tuletõrjeseadmed haalamisseadmed, bukseerimisseadmed, laadimisseadmed, pääasteseadmed jne. )

**Eriotstarbelised** abimehhanismid ( kalapüügiseadmed , spetsiaalsed meretingimustes ümberlaadimise seadmed, reisilaevadel laeva kõikumise summutusseadmed jne.)

# Hüdrauliste mehhanismide mõiste

- Hüdraulika on teadus ,mis tegeleb vedelike tasakaalu ja liikumise seaduste uurimisega ning nende seaduste praktilise rakendamisega
- Esimesed andmed teaduslikust lähenemisest hüdraulikale pärinevad aastast 250 e.m.a. , mil Arhimedes avastas vedelikku asetatud keha tasakaalu seaduse.
- 15. sajandist on säilinud itaallase Leonardoda Vinci tööd, mis käsitlevad vee liikumist jõgedes ja kanalites
- Tuntumatest teadlastest selles valdkonnas võib nimetada itaallast Galilei (17.sajand), kes uuris kehade ujumist ning tema õpilast Torricellit ,kes määras seaduse vedeliku voolamise kohta avast. Prantslane Pascal avaldas seaduse rõhu edasiandmise kohta vedelikus ning sajandi lõpul avaldas inglane Newton uurimuse vedelike sisehõõrde kohta .
- Esimese teadaoleva kolbpumba ehitas roomas juba 190 aastat e. Kr. Ktesibios. Esimene kõverate puitlabadega aksiaalpump arvatakse pärinevat 5.sajandist . Sveitslane Leonhard Euler ( 1707 - 1783) pani aluse labapumpade teooriale ja viitas esimesena kavitatsiooni võimalikkusele . Injektori võttis kasutusele (vee pumpamiseks aurukatlasse ) 1858 aastal prantslane Giffard

- Laeva süsteemid kujutavad endast hulk torustikke spetsiaalsete mehhanismide , aparaatide , mahutite , armatuuri ja näidikutega. Laeva üldsüsteemid peavad tagama laeva ohutu meresõidu , laadimis-lossimis ja päästeoperatsioonid.
- Energeetiliste seadmete süsteemid tagavad energeetikaseadmete ekspluateerimise erinevates mersõidu tingimustes.
- Kui arvestada ,et tänapäeva laevas kogu energia varustatusest 35-40 % kulub abiseadmete ja süsteemide tööle , peab nende valikul ja ekspluateerimisel väga suurt tähelepanu pöörama nende majandus -õkonoomilistele näitajatele ,
- Tehniline progress laevaehituses ja abiseadmete kasutamises on teinud suuri edusamme abimehhanismide üldise kasuteguri parandamisel . Kasutusele on võetud tänapäeva tasemel uusi materjale, parandatud abiseadmete konstruktsiooni . Kasutusele on võetud abiseadmete automaatjuhtimissüsteemid. Praktiliselt on kadunud aurujõul töötavad ajamid. Põhiliselt kasutatakse hüdraulilist ja elektriajamat.

# Laeva abimehhanismidele esitatakse järgmised nõuded:

Suurt töökindlus erinevates meres õidu-tingimustes (kreen, different, suur lainetus, madal ja kõrge välistemperatuur), ökonoomsus, väike mass ja gabariidid, vibratsioonikindlus, elementide ja detailide unifitseeritus, teenindamise ja remondi lihtsus, distantsioonjuhtimise ja automatischeerimise võimalus.

# Vedelike peamised füüsikalised omadused:

- **Tihedus** ( kg/ m<sup>3</sup> ) on vedeliku massi[m] ja mahu[w] suhe :  $\rho = m/w$ .
- **Erikaal** ( N/ m ) on vedeliku ruumalaühiku kaal :  $\gamma = F / V$   
( raskuskaal  $F = m g$  , kus m on mass ja g on raskuskiirendus ,siis tihedus ja erikaal olenevad vedeliku liigist ja temperatuurist ja vedelikule mõjuvast rõhust.)
- **Viskoossus** on vedeliku omadus takistada oma osakeste liikumist üksteise suhtes . Viskoossus oleneb vedeliku liigist ,temperatuurist ja rõhust . Vedeliku soojenemisel viskoossus väheneb, rõhu tõustes suureneb.
- **Archimedese seadus** : igale vedelikus olevale kehale mõjub üleslükkejõud , mis võrdub keha poolt välja tõrjutud vedeliku kaaluga .

# Laeva hüdraulised masinad . Pumbad.

- Tööpõhimõtte järgi liigitakse:
  - Kolbpumbad (tööorgan liigub edasi-tagasi)
  - Rotatsioonpumbad (tööorganid pöörlevad)
  - Kolbrotatsioonpumbad (tööorganid pöölevadja samal ajal liiguvad edasi-tagas)
  - Tsentrifugaalpumbad (tööorgan pöörleb tekitades tsentrifugaaljõu mõjul vaakumi ja surve)
  - Pöörispumbad (tsentrifugaalpumba eriliik).
  - Propellerpumbad (tööorgan pöörleb ,kusjuures vedeliku liikumise suund tööogani teljesuunaline)
  - Jugapumbad (tööorganiks on vedeliku või auru juga).

# Vedeliku rõhu suurendamise põhimõtte järgi jaotatakse pumbad kahte suurte liiki :

## Dünaamilise rõhu pumbad :

Pumba tööorgan suurendab vedeliku kiirust , mis hiljem muudetakse staatiliseks rõhuks .(labapumbad, jugapumbad jne.) Labapumbad liigituvad : tsentrifugaal-, keeris-, diagonaal- propellerpumbad .

## Staatilise rõhu ehk mahttoimega pumbad:

Pumba tööorgan surudes vedeliku peale suurendab vahetult vedeliku staatilist rõhku

## Mahtpumpade rühma kuuluvad :

edasi-tagasi liikuva tööorganiga kolb-, tiib-, membraan- ja vibropumbad, pöörleva tööorganiga rootorpumbad hammasratas-, kruvi-, siiber- jt. pumbad .

# Pumpade tööparameetrid.

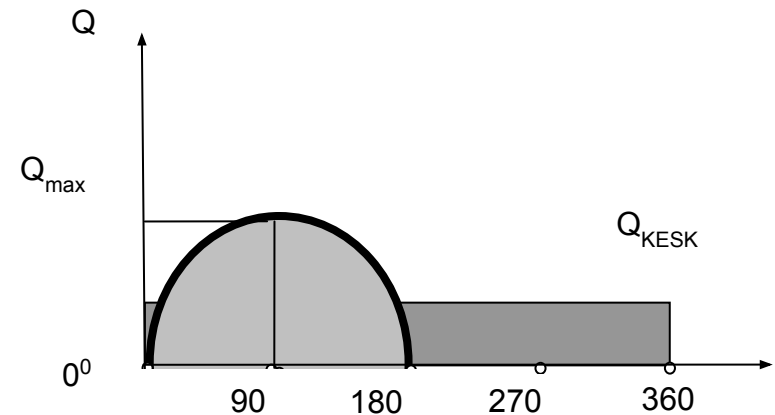
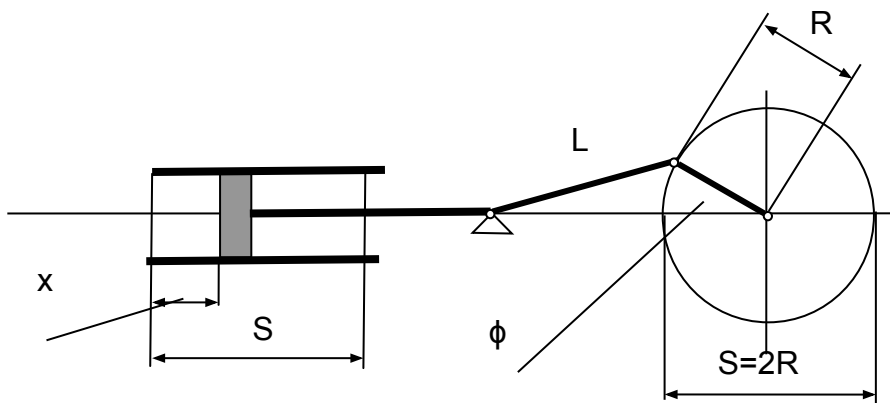
1. Tootlikkus ( jõudlus ,vooluhulk )
2. Imemiskõrgus (m),
3. Tõstekõrgus ( surge )  $H$  (m veesammast ),
4. Tarbitav võimsus  $P$  (kW),
5. Kasutegur  $\eta$  ( absoluutarv või % ),
6. Kavitatsioonivaru  $\Delta h$  (m) - ingliskeelses kirjanduses NPSH - net positive suction head või maksimaalne lubatav vaakum  $H_{lub/vac}$ (m),
7. Tööorgani liikumissagedus  $n$  ( pöörlemis - või käigusagedus  $p / \text{min}$



# Üksiktoime- e. lihttoimega kolbpumbad.

- Kolbpumba tootlikkuse graafik ja ebaühtluse aste
- ühekordse tegevusega pump
- $n$  - väntvõlli pöörete arv minutis
- $D$  - silindri sisemine diameeter
- $S$  - kolvi käik
- $\eta_m$  - pumba mahukasutegur.

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 S 60 n \eta_m$$



# KOLBPUMPADE KLASSIFIKATSIOON

## 1. Kortsuse järgi

- 1.1 ühekortsetegevusega kolbpump
- 1.2 kahekortsetegevusega kolbpump
- 1.3 mitmekortsetegevusega kolbpump
- 1.4 diferentsiaalkolbpump

## 3. Arendatava rõhu $P$ järgi

- 3.1 madalsurve kolbpumbad  $P = < 5 \text{ Pa}$
- 3.2 kesksurve kolbpumbad  $P = 5 - 50 \text{ Pa}$
- 3.3 kõrgsurve kolbpumbad  $P = 50 < \text{ Pa}$

## 5. Käigu kiiruse järgi

- 5.1 aeglase käigulised  $h = 80 \text{ p/min}$
- 5.2 norm. käigulised  $h = 80 - 150 \text{ p/min}$
- 5.3 kiire käigulised  $h = 150 - 750 \text{ p/min}$
- 5.4 ülikiire käigulised  $h = 750 < \text{ p/min}$

## 2. Käivitus viisi järgi

- 2.1 käispumba
- 2.2 elektripumbad
- 2.3 aurupumbad
- 2.4 mootorpumbad
- 2.5 hüdropumbad

## 4. Tootlikuse $Q$ järgi

- 4.1 väihetootlik pump  $Q = < 20 \text{ m}^3/\text{l}$
- 4.2 kesktootlik pump  $Q = 20 - 60 \text{ m}^3/\text{l}$
- 4.3 suurtootlik pump  $Q = 60 < \text{ m}^3/\text{l}$

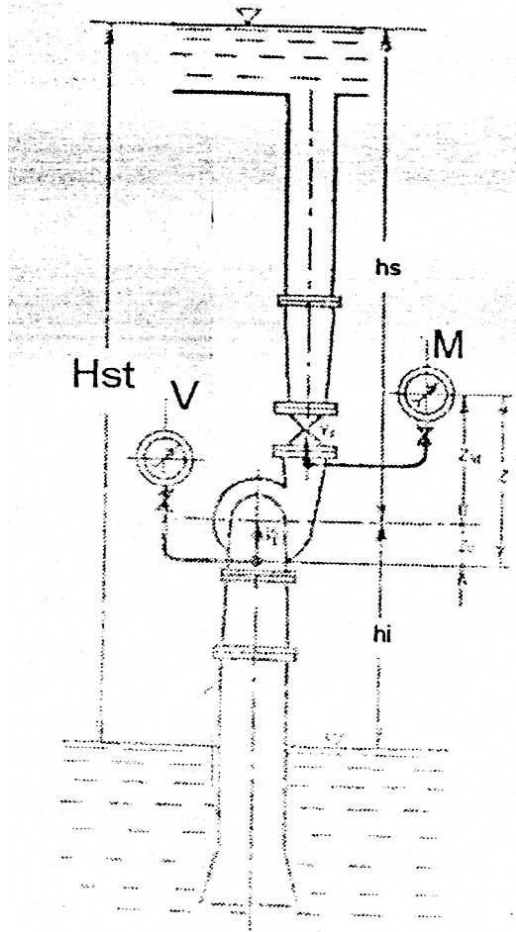
## 6. Pumbatav keskkond

- 6.1 veepumbad
- 6.2 kütusepumbad
- 6.3 õlipumbad
- 6.4 õhupumbad

# KOLBPUMBA E HITUS

1. Pumba silindrid valatakse peamiselt malmist või terasest ( kõrgserve pumpade silindrid valmistatakse sepitsetud terasest). Tavaliselt vala – takse pumbasilinder koos korpuse ja alusega ühestükis. Kuid ka pum – pasid milledel hülsid valmistatakse pumbakerest eraldi. Mereveepumba pumba hülsid valmistatakse pronksist.
2. Klapikarbid valmistatakse kas eraldi ja kinnitatakse korpuse poltidega, või valmistatakse koos pumbasilindritega ja suletakse pealt kaanega, mis tihendatakse kummi - või paroniittihendiga.
3. Klapid valmistatakse kas terasest, malmist või pronksist.
- 4 Kolbe on kahtetüüpi:
  - 4.1 Ketaskolvid (koostatakse erinevatest ketastest, millede vahel on tihend tavaliselt mansettide või tihendusrõngaste abil. Sellised pumbad arendavad survet kuni 20 atm.
  - 4.2 Plunzerkolb mõõtmetelt väiksem ja valmistatakse terasest, malmist, pronksist  
On kahte tüüpi pluzereid
    - 4.2.1 Lõtkuga plunzerkolbpump. Neid on kerge valmistada ja nad on odavad, plunzerid tihendatakse tavaliselt rasvanööriga
    - 4.2.2 Lõtkuta plunzerpumbad siin on plunzer ja hüls omavahel väga täpselt töödeldud pilu nende vael on 0,002 – 0,003 Mm . Sellised pumbad annavad väga suurt survet ja neid kasutatakse SPM – rites KKP naja mis on omavahel ühendatud kolvisääre mutri abil[ väga tihe konstruktsioon])

# PUMPADE ÜLDISELOOMUSTUS



1. Tootlikus  $Q$  – jõudlus, aja ühikus pumbatav  
vehelikus
2. Imemiskõrgus  $h_i$  (m)
3. Tõstekõrgus  $H$  (m veesammast)  $H = H_{st} + h_i$
4. Tarbitav võimsus  $P$  - (KW)
5. Kasutegur  $\eta$  (absoluutarv või %)  $\eta = P_k / P$
6. Kavitatsioonivaru  $\Delta h$  (m) – tööpiirkonnas  
lubatav vaakum
7. Tööorgani liikumissagedus  $n$  ( pöörlemis  
või käigusagedus  $p / \text{min}$  või käiku /  $\text{min}$  )
8.  $M$  – manomeeter ( näitab rõhku kohas  
kus ta ise on st manomeetri toru on veega  
täidetud
9. Rõhk pumba survetorus  $p = M + z_m$   
 $z_m$  on kõrguste vahest põjustatud rõhk
10. Vaakum e. alarõhk (kohas kuhu on  
ühendatud vaakummeeter)

Võrreldes üksiktoimekolbpumbaga on kaksiktoimekolbpumpade tootlikkus suurem ja vooluhulk ühtlasem. Ühesilindrilistel kaksiktoimekolbpumpadel on kaks töökambrit, üks kummalgipool kolbi. Kui ühes kambris on surve, siis teises on imitakt. Kolvi liikumissuuna muutumisel imi- ja survepool muutuvad vastupidiseks. Et kolvivar vähendab ühe töökambri mahtu, siis surutakse sellest kambrist survetorruga vähem vedelikku. Silindrite töömahud:

$$V_{\text{vas}} = (\pi D^2/4) S, \quad V_{\text{par}} = \pi/4 (D^2 - d^2) S, \quad \text{kus } d \text{ on kolvivarre läbimõõt.}$$

Kaksiktoimepumba jõudlus:

$$Q = (2 \pi D^2/4 - \pi d^2/4) 60 S n \eta_v \text{ [m}^3/\text{h ]}$$

Kuna kaksiktoimepumpadel toimub mõlema käigu ajal imemine ja surumine on pumba tootlikkus ühtlasem, kuid kolvi surnud seisudes on tootlikkus null.

Tootlikkus on kõige suurem kolvi käigu keskosas, sest kolvi liikumise kiirus on seal kõige suurem. Kaksiktoimepumpasid kasutatakse laevadel kuivendus käsipumpadena.

Kahesilindriline pump.

Kahesilindrilises pumbas kumbki silinder töötab nagu ühesilindrilisel lihtpumpal st. töötavad ainult ühed kolvipooled. Pumba klapid on koondatud ühisesse klapi karpi. Kahesilindrilise kolbpumba tootlikkus võrdub kahekordse lihttoimega kolbpumba tootlikkusega:

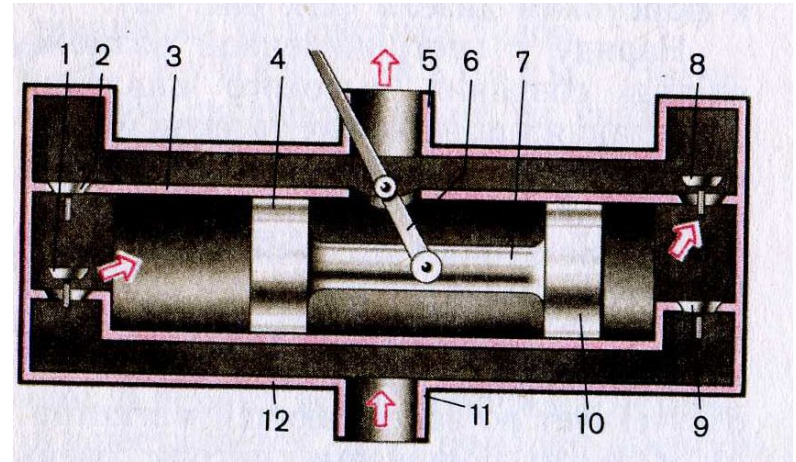
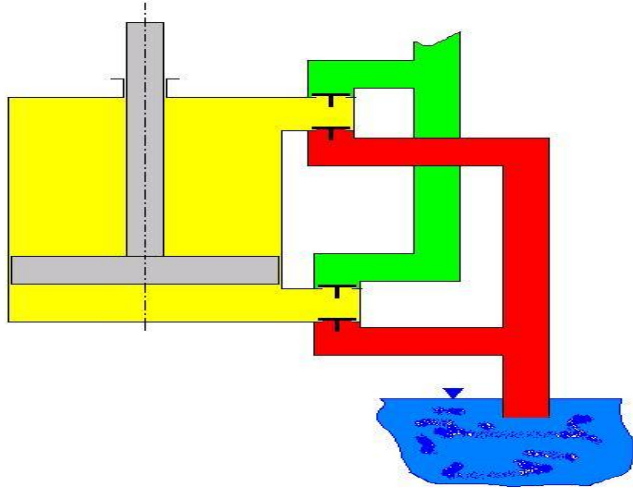
$$Q = 2 \pi D^2/4 S 60 n \eta_v \text{ [m}^3/\text{h ]}$$

Mitmekeerulise tegevusega (mitmesilindrilised kolbpumbad).

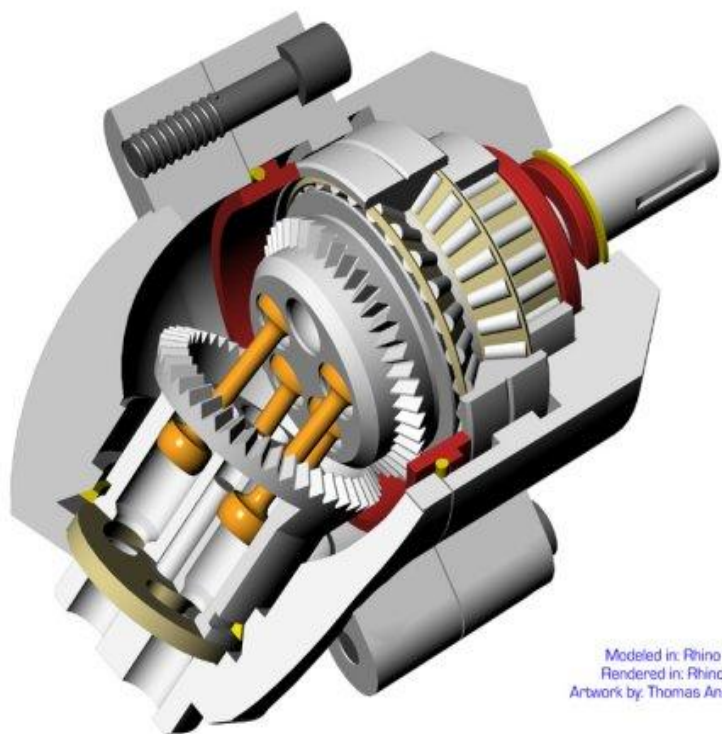
Pumba jõudlust saab suurendada ja vooluhulga muuta üsna ühtlaseks kui ühelt vääntvõllilt käitada kolme (triplekspump) või enamat

üksikpumpa või kaksiktoimepumpa, mille töötaktid jagunevad vääntvõlli täispöördele ühtlaselt. Mitmesilindrilistel pumpadel 0-tootlikkuse momendid vääntvõlli ühe pöörde jooksul puuduvad.

# KOLBPUMBAD

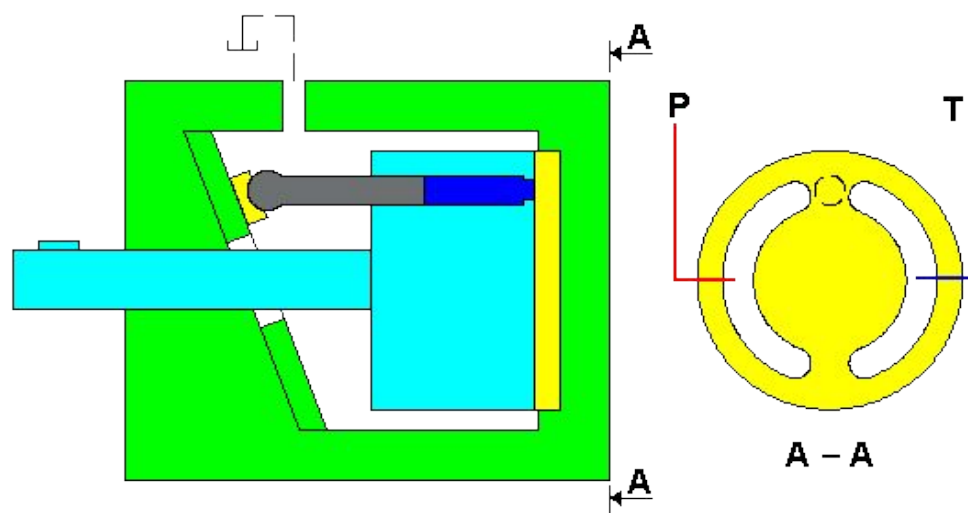


# KOLBROTATSIOON AKSIAAL PUMP



Modeled in: Rhino 1.1  
Rendered in: Rhino 1.1  
Artwork by: Thomas Anagnostou

1. Pöörlev rootor,
2. Kaldseib (äärik),
3. Plunzerid (kolvid),
4. Kepsud ( sfääriliste otstega ),



5. Vedav völli,
6. Kardanvölli,
7. Tugijaotusketas,
8. Ühenduskanalid,
- 9- 10. Sirbikujulised aknad.

# KOLBROTATSIOON AKSIAAL PUMP

Vastavalt rootori paigutusele jagatakse aksiaalkolpumpad :

Kaldseibiga pumpadeks , kus vedava võlv ja rootori telg on ühel sirgjoonel ja kaldplokkiga pumpadeks ,kus vedava võlli telg ja rootori pöörlemine toimub nurga all. Tööpõhimõte:

Vedava võlli pöörlemisel pannakse pöörlema silindriplokk. Vedrud suruvad kolvid vastu paigalseisvat kaldketast. Mööda ketast libisevad kolvid käivad silindrites edasi -tagasi , imedes ja surudes pumbatavat õli.

Pumba jõudluse saab arvutada valemiga

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} z D \frac{n}{60} \tan \alpha \eta_v$$

d- kolvi läbimõõt,

z- kolbide arv,

n - pöörlemissagedus ,

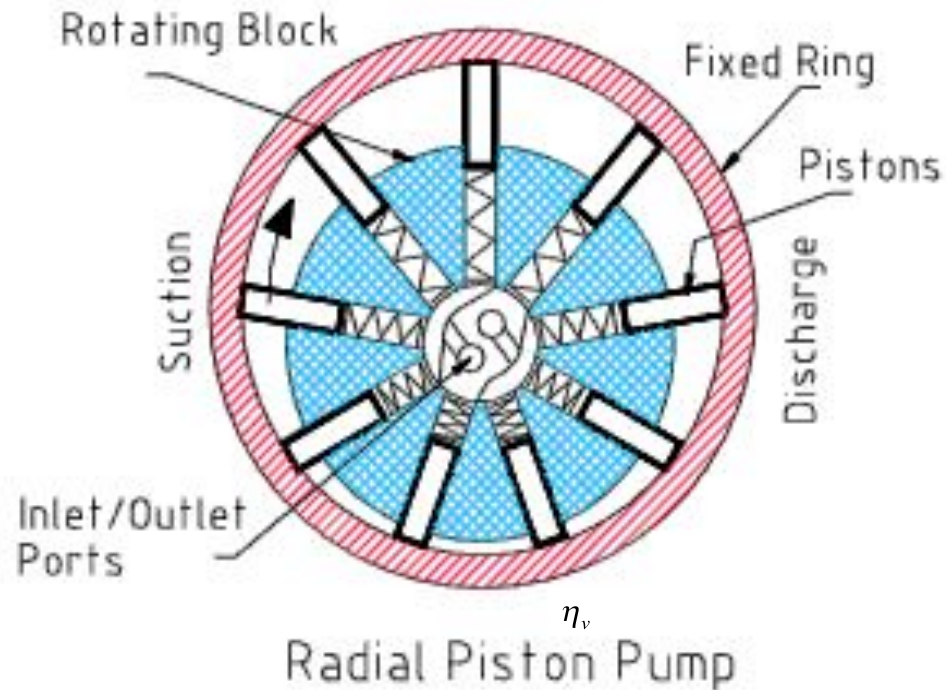
D- kolbide telgede vahelise ringjoone diameeter,  $\alpha$  -kaldketta nurk. ( $\alpha = 30^\circ$ )

Kaldketta nurka võidakse käigu pealt muuta . Kui  $\alpha = 0$  , siis pump ei toimi. Aksiaalkolpumpad annavad rõhku kuni 40 Mpa ja kasutegur on kuni 0,97.

Aksiaalkolpumpad nagu radiaalkolpumpadki võivad olla vahelduva toimega . Kui kolbmehhanismile juhtida suure surve all õli arendavad nad suurt jõumomenti ja võivad töötada hüdro mootorina. Jõumomendi suurendamiseks kasutatakse mitmekordse tegevusega ja mitmerealisi rootoreid



# KOLB ROTATSIOON RADIAALPUMP



## Pumba osad :

- 1.pumba kere ,
- 2.juhtvõru (rootor ) ,
- 3.juhtvardad,
- 4.silindrid rootori sees,
- 5.pöörlev rootor,
- 6.plunzerid koos liuguritega,
- 7.jaotusvõll
- 8.imikanal (surve )
- 9.survekanal (imi ) ,
- 10.vahesein.

## Radiaalkolbpumba tootlikkus

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} e z \eta_v \text{ ( m}^3\text{/ min)}$$

D- rootori diameeter

e- pumba eksentrilisus ,

n -pumba pöörete arv, p/min

z - silindrite arv,

$\eta_v$ - mahuline kasutegur

Radiaalpumba ümmarguses keres pöörleb rootor koos selle sees radiaalselt paiknevate edasi tagasi liikuvate kolbidega. Rootor paikneb keres eksentriliselt ja kolvikäik on eksentrilisusest " e" kaks korda suurem. Rootor pöörleb liikumatul jaotusvõllil ,millesse on puuritud imikanal ja survekanal. Kui kolb eemaldub võllist ,siis imetakse selle kolvi silindrisse vedelikku sisse ning vastupidi. Ühel pumbal võib olla mitu rootorit. Radiaalkolbpump on reguleeritava tootlikkusega pump: Mida suurem on eksentrilisus seda suurem on kolvikäik ja seda suurem pumba tootlikkus

Liigutades juhtrõngast paremale ,horisontaaljoonest allpool olevad kolvid liiguvad sissepoole ja suruvad vedeliku survetorusse, horisontaaljoonest ülevalpool olevad kolvid liiguvad väljapoole ja imevad vedelikku imitorust silindrisse. Kui juhtkang on keskasendis puudub kolvi käik ja pumba tootlikkus on 0.

**Pumba mahuline** kasutegur on vahemikus 0,5 - 0,98 Mahulist kasutegurit võivad mõjutada kulumisel tekkivad lekked ja pumba mittetäitumine, sest pumbad on kiirekäigulised ja pumbatavad vedelikud võivad olla viskoossed õlid .

**Hüdrauliline kasutegur** ligilähedane ühele,

**Mehaaniline kasutegur** vahemikus 0,4 - 0,85 arvestab hõõrdumisi plunzeri ja rootori vahel ja liuguri ning juhtvõru vahel

**Üldine kasutegur**  $\eta = 0,4 - 0,85$

Kasutataval pumpadel silindrite arv  $i = 7 - 9$

Rõhk  $p = 12 - 30$  Mpa

Pöörete arv  $n = 550 - 1200$  p/ min .

Toodetakse nii muutuva tootlikkusega kui ka statsionaarse tootlikkusega radiaalkolbpumpi.

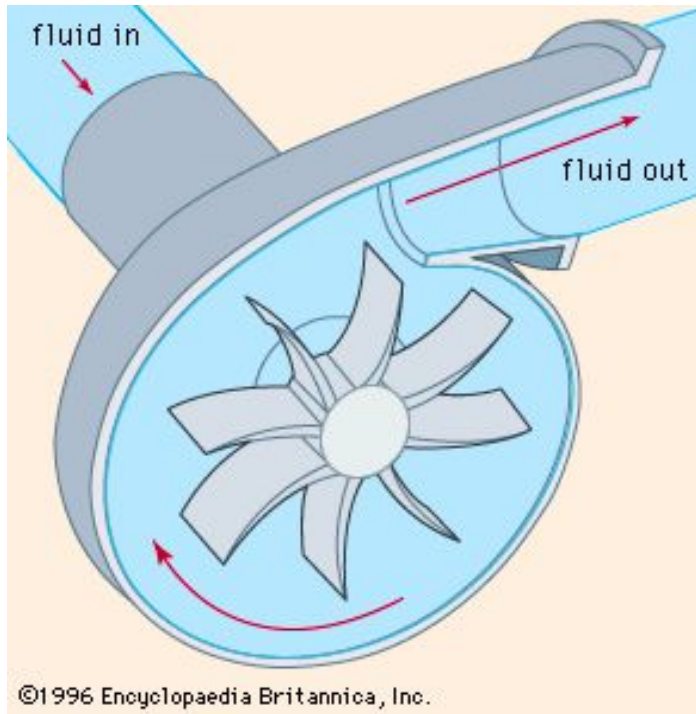
Kasutusala laevadel .

Hüdraulilistes rooliseadmetes hüdraulilise roolimasinana .

Hüdroseadmetes õlipumpadena.

Laevapardaseadmete hüdromootoritena.

# TSENTRIFUGAAL PUMBAD



Tööratta materjal.

Malm.

Roostevabateras.

Pronks.

Alumiiniumi sulam.

Plastik.

Tööratta materjal valitakse vastavalt pumba parameetritele:  
Malmtöörattaga pumbad survega kuni 0,5 Mpa ( $u < 40\text{m/s}$ )  
Pronkstöörattaga kuni 1 Mpa ( $u < 80\text{ m/s}$ )  
Terastöörattaga  $H > 1\text{Mpa}$  ( $u < 300\text{-}500\text{ m/s}$ ).

# TSENTRIFUGAALPUMP

## 1. Tootlikkuse järgi

väikese tootlikkusega kuni  $20 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  
keskmise tootlikkusega kuni  $60 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  
suure tootlikkusega üle  $60 \text{ m}^3/\text{h}$ .

## 3. Vedeliku imemise järgi

ühepoolse imemisega,  
kahepoolse imemisega.

## 5. Konstruksiooni järgi

konsoolpumbad (kuullaagrid on ühel pooltööratast),  
kahepoolse toetuspinnaga pumbad (kuullaagrid on mõlemil pooltööratast)  
järjestikuseühendusega sektsioonpumbad (valmistatud eraldi sektsioonidest ja poltidega  
ühendatud),  
vertikaalse või horisontaalse lahtimonteerimisega pumbad,  
sukelpumbad

## 6. Astmete ehk tööratte arvu järgi

ühe töörataga, ( rõhk 5 kuni 10 bar )  
mitme töörataga. ( võib võib anda rõhku kuni 250 bar )

## 7. Kiiruskoefitsendi ehk eripöörlemissageduse ns järgi ,

aeglasekäigulised  $ns = 40 \dots 80$   
normaalkäigulise  $ns = 80 \dots 150$   
kiirekäigulised  $ns = 150 \dots 300$ .

## 2. Surve järgi

madalsurve pumbad kuni 3 bar  
kesksurve pumbad 5... 50 bar  
Kõrgsurve pumbad üle 50 bar.

## 3. völli asetuse järgi

horisontaalne völli  
Vertikaalne völli

# TSENTRIFUGAALPUMP

Kere ont valmistatud: malmist, pronksist või roostevabaterasest. Kere kaaned koos imi- ja surveääriku, laagri- ja tihendipuksidega valatakse samast materjalist ja kinnitakse poltidega kere külge.

Tööratta materjal. Malm, roostevabateras, pronks, alumiiniumi sulam, plastik.

Tsentrifugaalpumba võllid. Tavaliselt valmistatakse võllid kvaliteet süsinikterasest. Mõnikord pannakse korrosiooni vähendamiseks võllile tihendite kohale pronkshülss. Agressiivsete keskkondade korral kasutatakse võllide valmistamisel roostevaba terast.

Pumba laagrid: 1. Veerelaagrid (kuullaagrid) pannakse väiksema tootlikkusega pumpadele, kus aksiaal ja radiaaljõud on taskaalustud või ei ole suured. Veerelaagrite õlitamiseks kasutatakse õlitoose.

2. Liuglaagrid, suurematel pumpadel. Liuglaagrid on paksuseinalised ja liud on valatud B 83. Liuglaagrite õlitamiseks kasutatakse tavaliselt surveõlitust.

3. Mõnikord pronkspukse.

Pumba tihendid. Väiksematel pumpadel on tavaliselt rasvöörr topendtihend. Sellise tihendi eelised on odavus ja reguleerimise lihtsus.

Uuematel pumpadel kasutatakse lauptihendeid. Lauptihendi põhimõte on, et tihendus saavutatakse kahe pöörleva ketta vahel, mis omavahel libisevad.

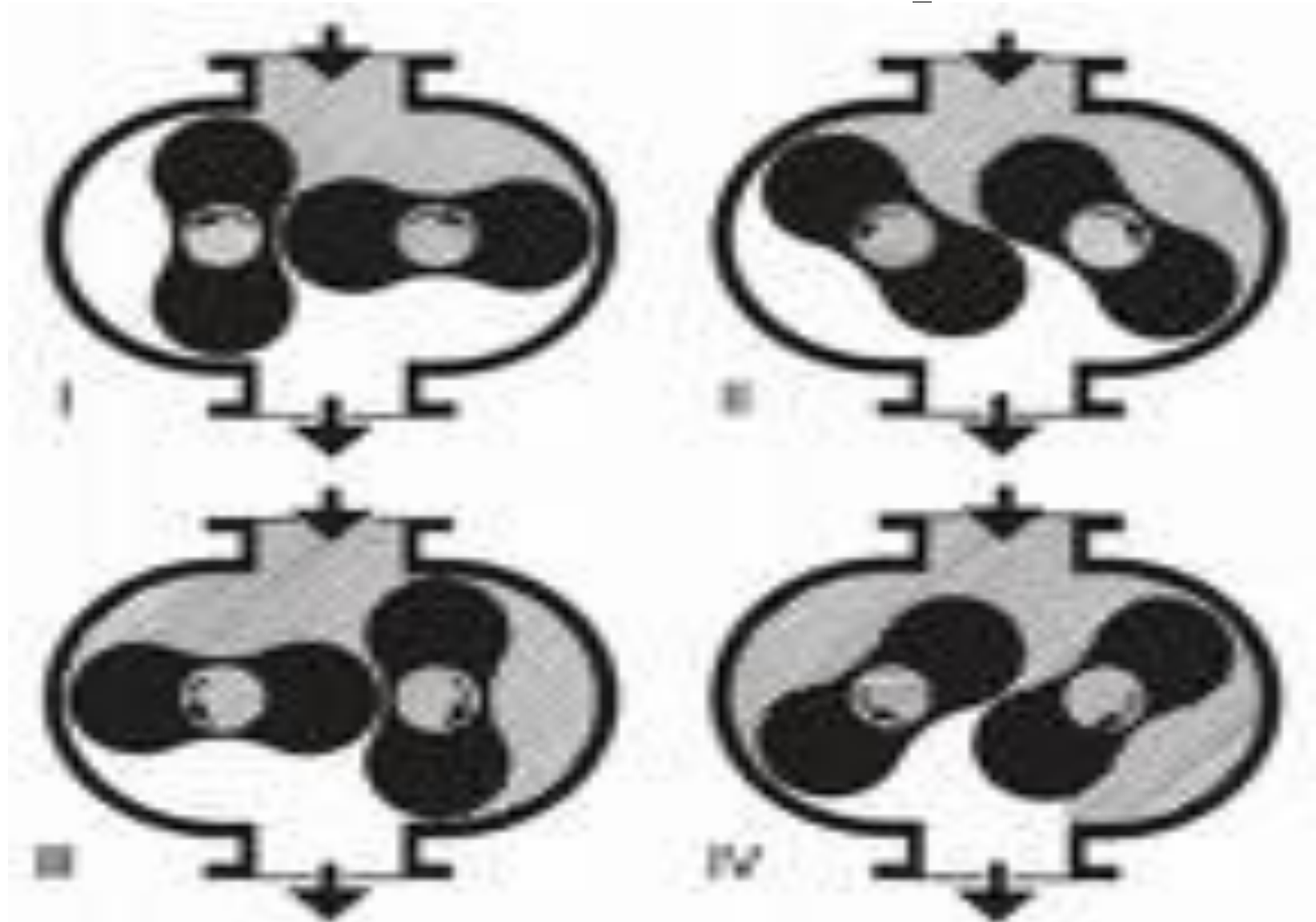
Difuusor: Difuusori ülesanne on muundada vedeliku kiiruse energia rõhu energiaks. Difuusoreid võib olla 3 tüüpi.

1. Spiraalselt laienev kanal - kanal valatakse pumba kere sisse.

2. Labadega difuusor- tööratta taha paigutatakse labadega aparaat, kus labade vahe suureneb.

3. Kombineeritud difuusor.

# PROFILSETE ROOTORITEGA ROOTORPUMP.



# PROFIILSETE ROOTORITEGA ROOTORPUMP.

Tööpõhimõte: Üks rootoritest on vedav rootor, teine veetav. Rootorite pöörlemisel, seal kus rootorid lähevad hambumisest lahku, tekib hõrendus. Vedelik täidab rootorite ja korpuse vahelised tühimikud, liigub koos pöörlevate rootoritega rootori pöörlemise suunas ja surutakse rootori teise poole pöörde ajal survetorusse.

Kere,

Vedavrootor,

Veetavrootor,

Imitoru

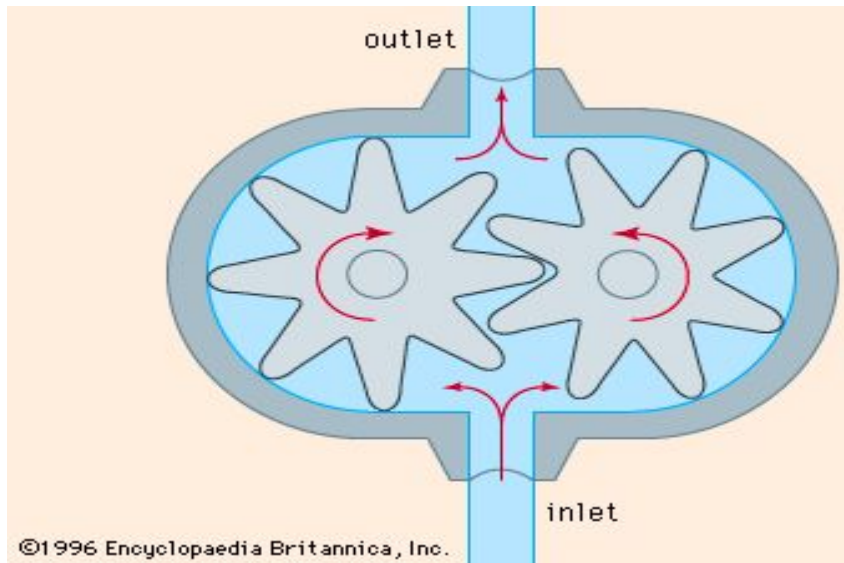
Survetoru.

Rootorid on tavalisel 2 kuni 3 labaga ja nad liiguvad üksteise suhtes sünkroonselt. Kui rootorid on tehtud kruvikujuliselt, siis on tegemist kruvipumbaga. Rootorite pinnad peavad olema väga hästi omavahel töödeldud. Mõnikord kaetakse

kere sisepind plastmasskihiga, et vähendada hüdraulilisi lööke



# HAMMASRATAS PUMP





# HAMMASRATAS PUMP

**Pumba kere** valatakse malmist või alumiiniumsulamist. Otsakaane sees on laagrid ja tihendid..

**Hammasrattad** valatakse malmist või freesitakse terasest. Väiksema pumba hammasrattad võivad olla valmistatud ka ühes tükis võlliga. Eraldi valmistatud hammasrattad kinnitatakse võlli peale liistu abil.

**Hammasrataspumba tootlikkus ja surve.**

**Jõudluse ja surve järgi liigitatakse pumbad :**

väikese jõudlusega kuni  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  pumbad võivad olla väikese , keskmise ja suure survega kuni  $40 \text{ Mpa}$

keskmise jõudlusega kuni  $50 \text{ m}^3/\text{h}$  võivad olla väikese rõhuga kuni  $1 \text{ Mpa}$ .

eriti suure jõudlusega ( harva esinevad ) kuni  $200 \text{ m}^3 /\text{h}$  ja rõhuga kuni  $1 \text{ Mpa}$ .

Tavaline hammasrataspump annab survet 20- 40 bar-i. Spetsiaalsed mitmeastmelised hammasrataspumbad võivad anda rõhku kuni 100 bar-i. Rõhu suurendamiseks ühendatakse järjestikku mitu hammasrataspumpa ja nad varustatakse ülelaskeklappidega üleliigse surve vältimiseks.

**Hammasrataspumba kasutusala laevas :**

Kasutusala tulenevad tema eelistest võrreldes teiste pumpadega .

õlipumbad (enamus),

kütuse etteandepumbad ja transportpumbad kütusesüsteemidel,

hüdrosüsteemide õlipumbad.

## Hammasrataspumba kasutegur.

### 1. Mahuline kasutegur $\eta_0 = 0,58 - 0,96$

Mahulist kasutegurit mõjutavad hammasrataste ja pumba korpuse vahelised lõtkud , pumba surve ja vedeliku viskoossus.

Normaalsed lõtkud pumbas on  $\delta_{telje} = 0,025 - 0,30$  s.o . kaane ja hammasratta vaheline lõtk ja radiaalsuunaline lõtk  $\delta_{ra d} = 0,025 - 0,30$

Lõtkude suurenemisel mahuline kasutegur väheneb minimaalväärtusteni.

### 2. Mehaaniline kasutegur.

Mehaaniline kasutegur arvestab hõõrdumisi laagrites, otspindades ja hammasrataste hambumisel.  $\eta_{meh.} = 0,85 - 0,95$ .

### 3. Üldkasutegur.

$\eta = \eta_m \eta_0 = 0,85 \dots 0,95$

Kulumata hammasrataspumba üldkasutegur on väga lähedane 100%-le

### Hammasrataspumba eelised:

väga töökindel ,

lihtne ehitus,

väike kaal ja gabariit ,

suur kasutegur,

kuiva ülesimemise võime ,

ühtlane tootlikkus,

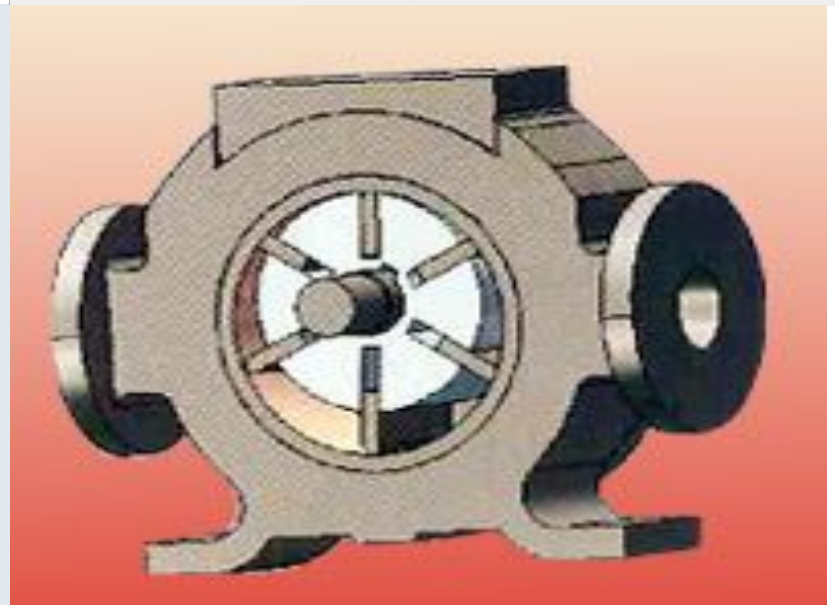
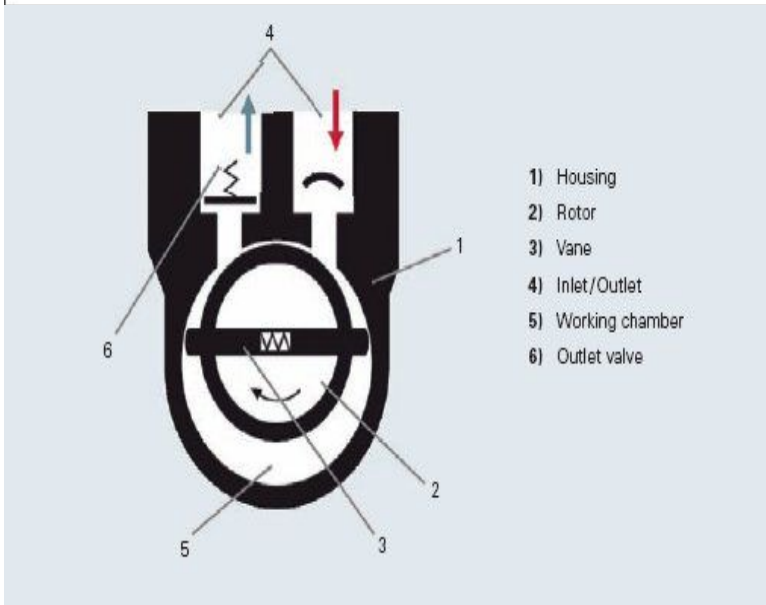
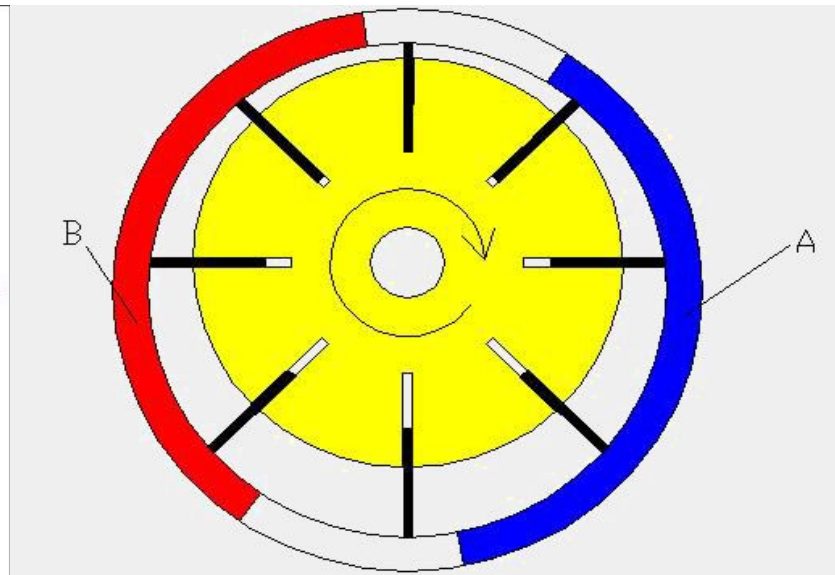
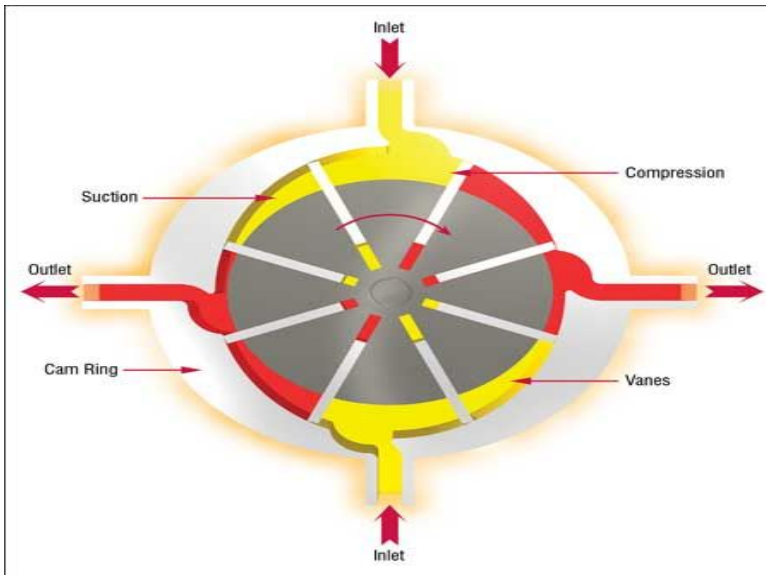
saab ühendada otseselt kiirekäiguliste mootoritega

tootlikkus ja surve ei ole seotud .

### Hammasrataspumba puudused .

lõtkude suurenemisel kaob kuiva ülesimemise võime

# LABA EHK SIIBERPUMBAD



# LABA EHK SIIBERPUMBAD

Pumba rootor paikneb ümmarguses keres eksentriliselt. Rootoris on lõigatud pilud, milledesse mahuvad liikuvad plaadid (siibrid). Siibreid on 2-12. Siibrid saavad om piludes vabalt edasi-tagasi liikuda

Kahelabalistel pumpadel vedeliku pumpamise ebaühtlus on väga suur. Mitmelabaline pump annab rahuldava pumpamise ebaühtluse.

Labapumba tootlikkus :

Pumba kere ja rootori vahelisse ruumi mahtuv vee hulk on teoreetiliselt ühe rootori pöördega pumbatud vedeliku hulk : Labad võtavad osa ruumalast enda alla ja see tuleb tootlikkuse arvestamisel arvesse võtta.

$$Q = 60 \left[ \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) - zs \right] bn \eta_0 \quad ( \text{m}^3 / \text{h} )$$

D- kere diameeter (m)

d - rootori diameeter (m)

b -rootori laius

z- labade arv

s- laba paksus.

# LABA EHK SIIBERPUMBAD

## Siiberpumba eelised .

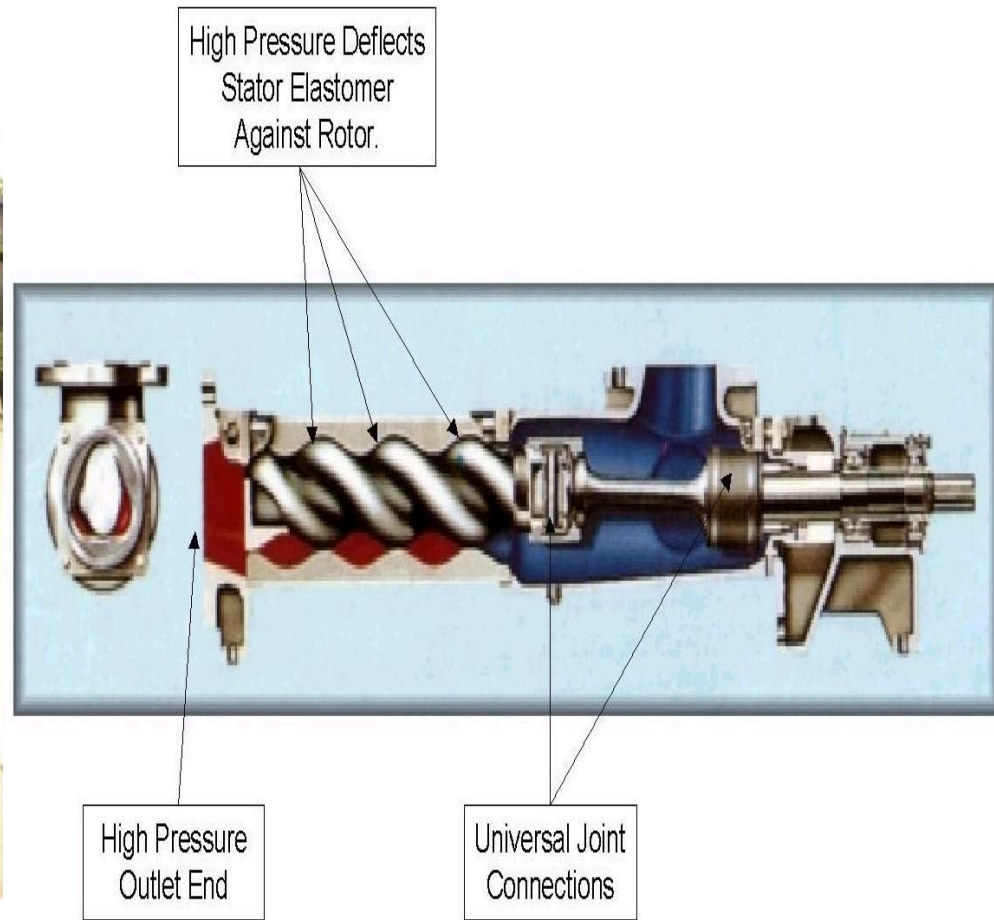
lihtne ehitus ,  
väike kaal ja gabariit,  
odav hind,  
suur töökindlus ,  
surve ja tootlikkus ei ole seotud,  
hea imikõrgus ja kuivülesimemise omadus,  
võib töötada hüdro mootorina ( selleks tuleb õli surve all juhtida siibrite taha tekitades sellega pöördemomendi ).

## Puudused.

siibrite radiaalhõõrde tõttu väike mehaaniline kasutegur 0,4 - 0,8 (hõõrde vähendamiseks kasutatakse mõnikord rulle ),  
siibrite ja rootori külgpinna kulumine vähendab pumba tootlikkust ja kuiva ülesimemise omadust.

Laevadel kasutatakse siiberpumpasid õlide ja kütuste pumpamiseks ja hüdro mootoritena .

# KRUVIPUMBAD



# KRUVIPUMBAD

Kruvid on valmistatud terasest. Kered valmistatakse tavaliselt malmist. Sisehülssid ehk staatorhülssid võidakse valmistada pronksist, malmist või terasest. Mittereversibleeritavad pumbad on varustatud ülelaskeklappidega. Laagrigena kasutatakse tavaliselt liuglaagreid. Teljesuunaliste jõudude vastuvõtmiseks on mõnikord kasutatud ka tugilaagrit.

Rootoreid ehk kruve võib olla 1....5.

Kruvipumpade kasutusala:

Kruvipumpasid valmistatakse väga erineva tootlikkusega vahemikus 0,5 - 1200 m<sup>3</sup>/h., rõhuga 3,0 - 250 bar. Pöörete arvuga 480 - 1300 p/ min.

Kruvipumpade imemisrõhk on vahemikus 0,05 - 0,065 Mpa.

Laevadel kasutatakse põhiliselt kütuse ümberpumpamiseks, sisepõlemismootorite juures õlipumpadena ja ballastpumpadena.

Kruvipumba tootlikkus:

$$Q = \frac{60kn(D_2 - d^2)\pi h \eta_0}{8i} \quad , \text{kus}$$

k- veetavate kruvide arv,

n - pöörete arv,

D - kruvi välisläbimõõt,

d - kruvi siseläbimõõt,

h - kruvisamm-

i - kruvi käikude arv.



**Tööpõhimõte:** Kaks kruvi on omavahel hambumises ja hambumise kohtades moodustuvad vaheseinad. Kui kruvid pannakse pöörlema, siis vaheseinad hambumise kohal hakkavad liikuma üles või alla sõltuvalt pöörlemise suunast. Hambumise vahekohta moodustuvad kambrid, mis samuti hakkavad nihkuma kas üles või alla. Need liiguvad kambrid transpordivadki keskkonda. Imipool tekib seal, kus hambumise koht nihkub eemale, vastaspool tekib survepool.

**Kruvi keermeprofiili järgi:**

- globoid profiil,
- evolvent profiil,
- tsükloid profiil (annab hermeetilise pumba).

**Imemise suuna järgi.**

- ühepoolse imemisega,
- kahepoolse imemisega.

**Pöörlemise suuna järgi:**

- Reverseritavad,
- Mittereverseeritavad.

**Tiheduse järgi.**

- hermeetilise profiiliga hambumine (tsükloidtigu).
- Mittehermeetilise hambumisega (trapetskruvi).

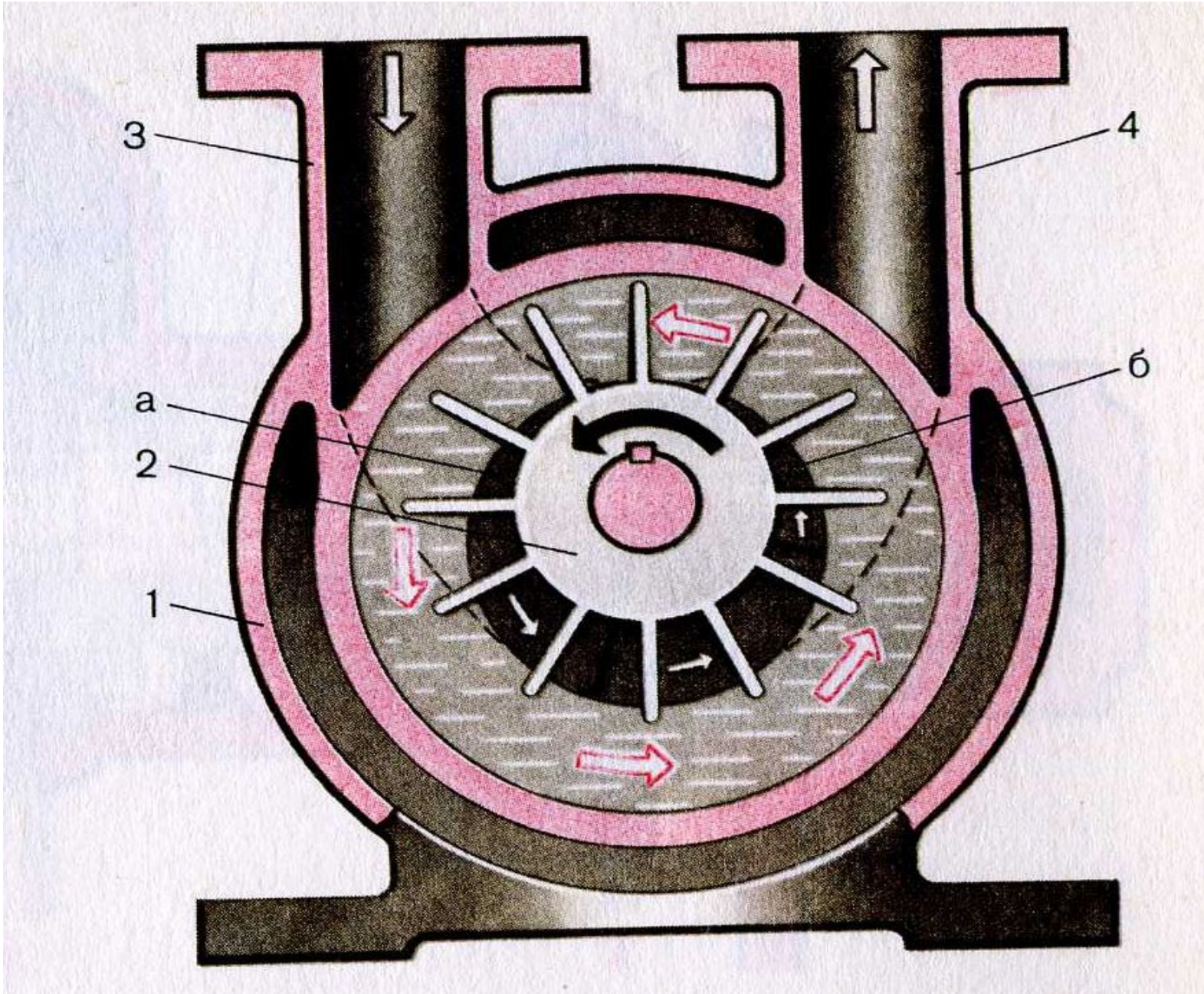
**Konstruksioon:**

Mittereverseeritavad pumbad on varustatud ülelaskeklappidega. Laagritena kasutatakse tavaliselt liuglaagreid. Teljesuunaliste jõudude vastuvõtmiseks on mõnikord kasutatud ka tugilaagrit.

Kruvipumba töötamisel tekkiv teljeline jõud on küllalt suur, siis selle tasakaalustamiseks kasutatakse ka pumbatava keskkonna juhtimist survepoolelt tugilaagripoolele, millega püütakse tekkivat survet tasakaalustada.



# VESIRÖNGASPUMP



# VESIRÕNGASPUMP

Vesirõngaspump on laialdaselt kasutatav vaakumpump.

Pumba ümmarguses keres pöörleb eksentriliselt paiknev tiivik, enne käivitamist pumba valatud vesi paiskub tsentrifugaaljõu mõjul ühtlase kihina vastu keret. Moodustub sellise paksusega veerõngas (siit ka pumba nimi), mis puudutab tiiviku võlli (ülearune vesi surutakse välja). Kõik tiiviku labad ulatuvad otsapidi vette, mistõttu labadevahelised ruumid on üksteisest eraldatud.

Tiiviku pöörlemise suunas labadevaheline ruum algul suureneb ja tekib hõrendus, mil toimele imiavast tungib sisse pumbatav vedelik (või õhk kui pumba kasutatakse vaakumpumbana). Labadevaheline ruum kasvab maksimumini ja hakkab siis vähenema, rõhk suureneb ja pumbatav keskkond surutakse surveava kaudu pumbast välja.

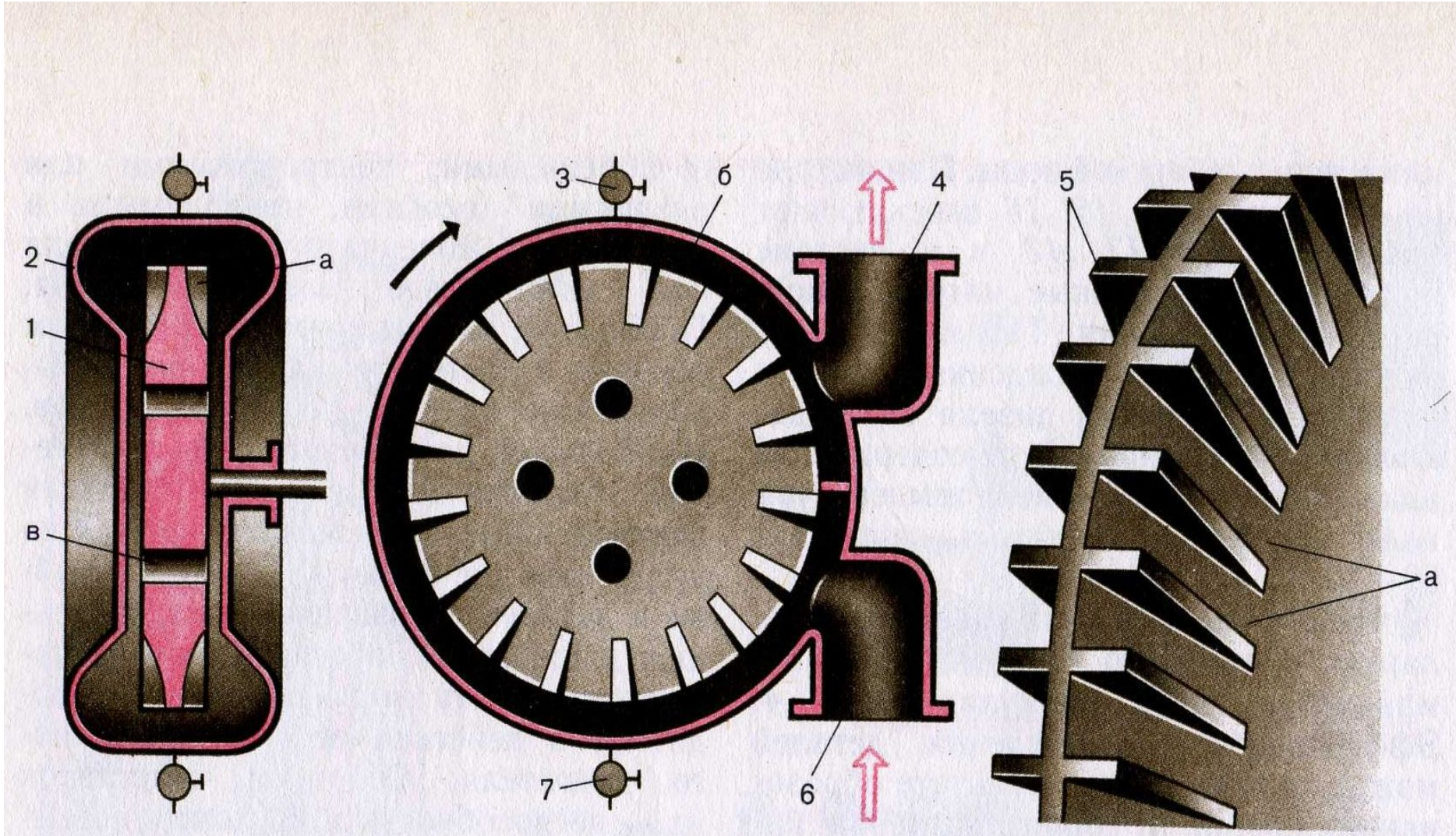
Vaakumpumbana kasutamisel on vesirõngaspumba mahukasutegur 0,7 täiskasutegur vaid 0,2 --0,3. Väike kasutegur ei ole oluline, sest vaakumpumpa kasutatakse perioodiliselt ja lühikest aega. Saavutatav vaakum võib küündida 9.... 9,6 veesambameetrini.

Et pumba temperatuur ei ületaks 40 -50 kraadi ja selleks, et kompenseerida paratamatut veekadu, juhitakse pumba pidevalt vett.

Laevades kasutatakse vesirõngaspumpa tsentrifugaalpumpade käivituseelseks täitmiseks, vaakumpumpadena vee magestusseadmetes, kondensaatorite vaakumpumpadena, Vesirõngaspumpa võib kasutada ka kompressorina, rõhk ulatub kuni 0,3 Mpa ning tootlikkus 3000 m/h.



# KEERISPUMBAD



# KEERISPUMBAD

Keerispumbad on labapumpade eriliik.

Kineetiline energia antakse veeosakestele nende keeriselise liikumapanekuga tööratas ümbritsevas kanalis . Tööprintsip erineb tunduvalt tsentrifugaalpumba omast. Tööratta välisserva ümbritseb ühtlase ristlõikega kanal. Selle kanali üks ots on ühendatud imi- , teine survetoruga. Tööratta välisserva moodustab hulk väikesi labasid. Kanalisse jõudnud vedelikuosake satub kiiresti pöörleva tööratta labade vahele , paisatakse tsentrifugaaljõu mõjul sealt välja ja vedelik saab juurde energiat.

Edasiliikumisel satub osake uuesti labade vahele , paisatakse uuesti välja jne. See protsess jätkub kogu tööratta perimeetril, vedelikule antakse pidevalt energiat juurde , rõhk tõuseb. Tänu sellele , et vedelikuosake satub mitu korda tööratta labade vahele ja saab niiviisi töörattalt korduvalt energiat , on keerispumba surve sama tööratta mõõdu ja pöörlemissagedusega tsentrifugaalpumba omast mitu korda suurem. Keerispumbad on sama võimsusega tsentrifugaalpumpadest tunduvalt väiksemad .Nende puudus on väike kasutegur ( 0,25...0,3 ).

Keerispumba üks iseärasusi on pumba iseimemisvõime . Imi ja surveava on pumbakere peal . Surveavale kinnitatakse õhueraldusanum . Pumba kere peab enne käivitamist olema vett täis . Töö algul liigub pumbas vee ja imitorust tulnud õhu segu . See jõuab õhutorru , millest õhk liigub edasi survetorru, vesi tagasi pumba . Pump hakkab normaalselt tööle , kui kogu õhk on imitorust eemaldatud .

Kavitatsioonikindluse ja kasuteguri suurendamiseks ühitatakse keerispump vahel tsentrifugaalpumbaga . Pumba esimeses astmes on tsentrifugaaltööratas , keeristööratas tõstab survet

# KEERISPUMBAD

## kasutusala:

Abikatelde toitepumbad.

Vee magestites vaakumpumbad.

Magevee jahutuspumbad.

Kombineeritud tsentrifugaalpumbaga vaakumpumbaks.

Pumba põhiparameetrid .  $Q = 0,15 - 100 \text{ m}^3/\text{h}$  ,  $p = 5,5 \text{ Mpa}$ . ( minimaalne 2 Mpa )

$N = 1440 - 2800 \text{ p/min}$ .

## **Pumba eelised :**

-lihtne konstruktsioon

-väike kaal ja gabariidid

-võivad pumbata keskonda igas olekus

kuiva imemise omadus

arendatav surve on 3-5 korda suurem kui sama diameetriga tsentrifugaalpumbal.

Pika tööeaga ,ega vaja erilist järelvalvet.

## **Puudused .**

-madal kasutegur ,mis on tingitud pöörimestest ringkanalites ja vedeliku hõõrdumisest vastu keret.

Pöörispump tuleb enne käivitamist täita veega. Kuivalt ei tohi pöörispumpa käivitada isegi lühiajaliselt, kuna tihend vajab määrimist. Enne käivitamist tuleb avada imi ja surveventiil. Peab meeles pidama ,et pumba tootlikkuse vähenemise kasvab pumba surve ja tarbitatav võimsus järsult. Seepärast ei tohi töö ajal sulgeda pöörispumba survepoole ventiile. See võib viia mootori ülekoormusele ja torustiku purunemisele.



# PROPELLERPUMBAD

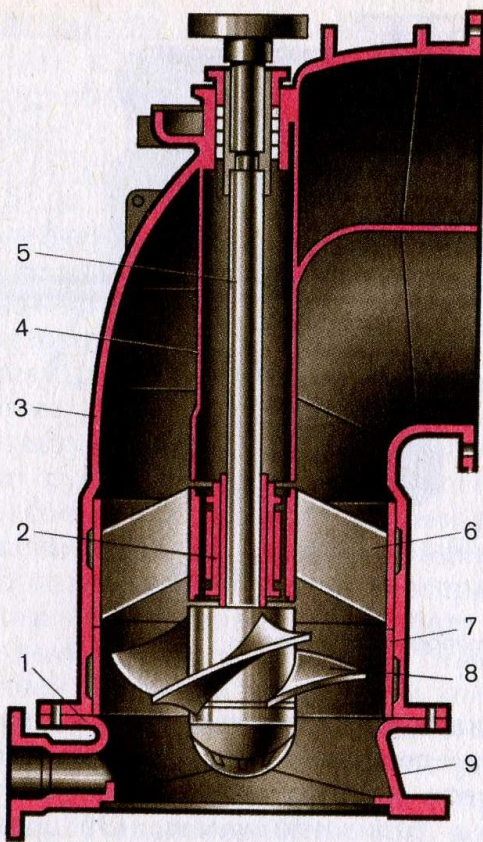
Propellerid valmistatakse pronksist või roostevabaterasest.

Pumba kasutegur on 75-80 %  
Üldjuhul arendavad nad väga suurt jõudlust ja väikest rõhku.  $Q = 0,1 - 30$  m<sup>3</sup>/s ja  $p = 8 - 12$  m.vee sammast.

Laeva sõukruvi on ka propellerpump. Propellerpumpa võib vaadelda kui torusse asetatud laeva sõukruvi.

Propellerpumbad on eriti suure eripöörlemissagedusega labapumbad. Tööratas on kolme kuni kuue labaga propeller. Suure läbimõõduga rummu külge on kinnitatud labad. Tööratta taga asub labadega juhtaparaat, mille ülesandeks on vältida pumba telje suunas liikuva vee kruvijoonealist liikumist. Pumba töötamisel tekib suur teljesuunaline

jõud, mille vattuvõtmiseks tuleb kasutada tugilaagri



# PROPELLERPUMBAD

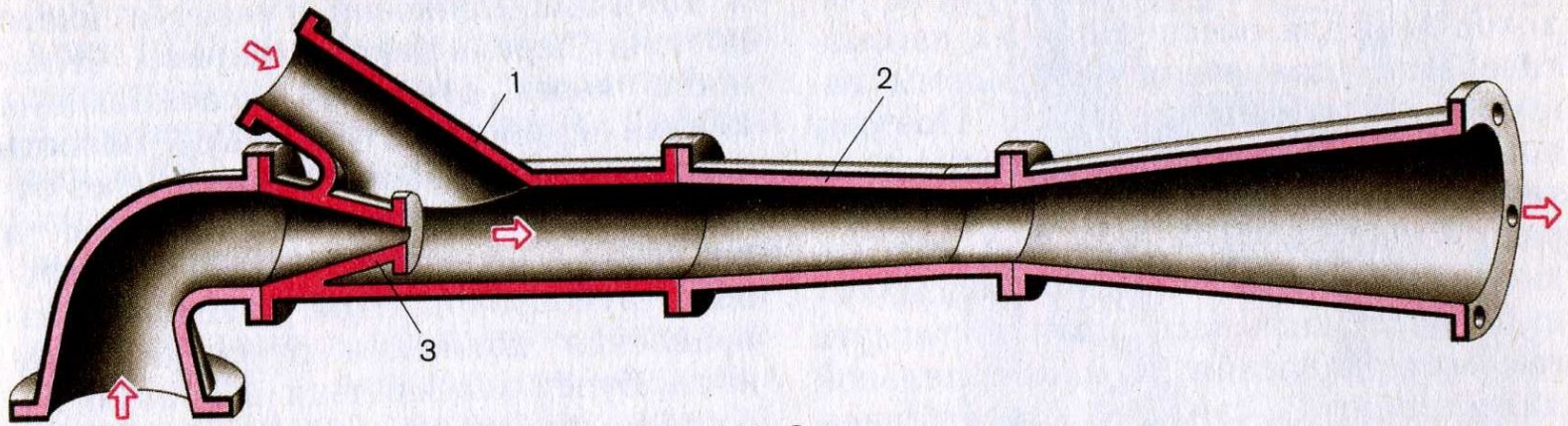
Propellerpumbal puudub kuiva ülesimemise omadus.

Propellerpumbad on ette nähtud tehniliselt puhta vee pumpamiseks temperatuuril kuni  $60^{\circ}\text{C}$ . Laevades kasutatakse propellerpumpasid avariikuivenduspumpadena ja suurevõimsusega auruturbiinseadmete kondensaatorite jahutusringluspumpadena, kus mitte eriti suure surve juures on vaja suurt pumba jõudlust. Labad on propellerpumba püstvõllile kinnitatud kas jäigalt või pööratavatena. Jäiga kinnitusega labade võimalikud kaldenurgad ( mõõdetakse töörotta välisserval ) on antud

pumpade karakteristikus. Labade kaldenurga muutmisega kaasneb töökõverate nihkumine rõhtsuunas .

Propellerpumpa käitab elektrimootor, mille võll ühendatakse pumba võlliga kas otse või sobiv pikkusega vahevõlli kaudu. Pöörlevate osade raskuse ja töörottale mõjuva telgjõu võtab vastu elektrimootori tugilaager.

# JUGAPUMBAD





**Jugapump** kuulub dünaamilise rõhupumpade liiki . Kaks erineva surve all olevat ainevoolu saavad jugapumbas kokku , segunevad ja liiguvad koos edasi . Seguneda võivad gaas ja vedelik, vedelik vedelikuga , gaas vedelikuga või gaas (näiteks suruõhk ) puistmaterjaliga . Pumbatav keskkond võib sisaldada ka tahkeid lisandeid. Surve all voolav toitejuga paiskub suure kiirusega pumba düüsisist kokkuvoolukambrisse , kus surve on madal. Osa toitejoa kineetilisest energiast kandub üle imitorust kaasaaharatavale vedelikule . segunemiskambris voolud segunevad ja nende kiirused ühtlustuvad . Pumba difuusoris ristlõige suureneb, vool aeglustub ning kineetiline energia muutub potentsiaalseks energiaks - surve tõuseb.

**Laevades kasutatakse** põhiliselt vett või auru. Jugapumba alaliigid on ejektor e. imijugapump ja injektor e. surujugapump. Puistmaterjali pumpavat jugapumpa tuntakse hüdroelevaatori nime all. Imijugapumpadel kasutatakse pumba toiteveena laeva tuletõrjesüsteemist vett või aurukatlast auru. Surujugapumpsid ehk injektoreid kasutatakse näiteks aurukatlasse toitevee surumiseks . Aurukatla injektori töötab aurujoa abil st. töötavaks keskkonnaks on aurukatlast võetav vee aur. Auru kondenseerumise tulemusena injektori segukambris tõuseb katlasse antava veejoa surve injektori survetorus kõrgemaks kui samast katlast töötavaks keskkonnaks võetud veeauru surve. See võimaldab toitevett lisada tööruu all olevasse aurukatlasse. **Otstarve järgi liigitatakse jugapumbad :**

- 1 Kuivendusjugapumbad ,
- 2 Katlatoitejugapumbad
- 3 Vaakumjugapumbad ( kondensaatoritest õhu ja auru äraimamiseks või tsentrifugaalpumba imemiskõrguse suurendamiseks ).

Vaakumjugapumbad võivad olla ühe või kaheastmelised

**Eelised :** Lihtne ehitus liikuvate osade puudumine ja pikk tööiga

**Puudused:** Kasutegur on madal.

Käitamiseks on vaja suure survega tööjuga, . Töötava keskkonna surve vähenemisel väheneb proportsionaalselt jugapumba rõhk.