

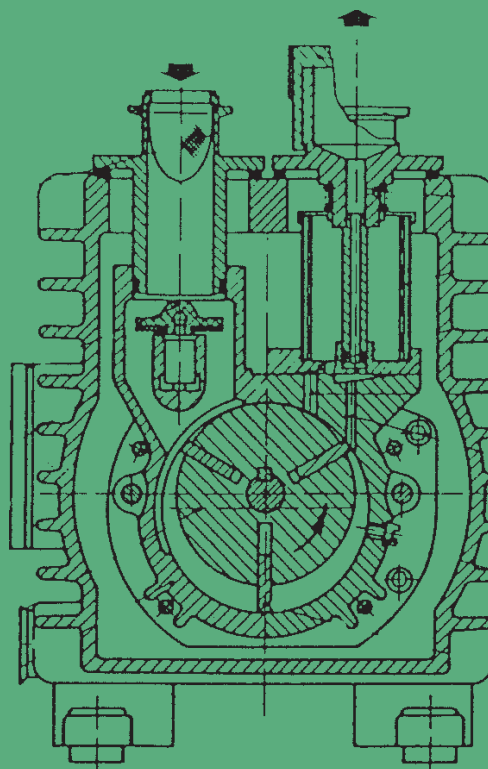


Tyhjiötekniikka — pumput —

Veli Hulkkonen

No 15

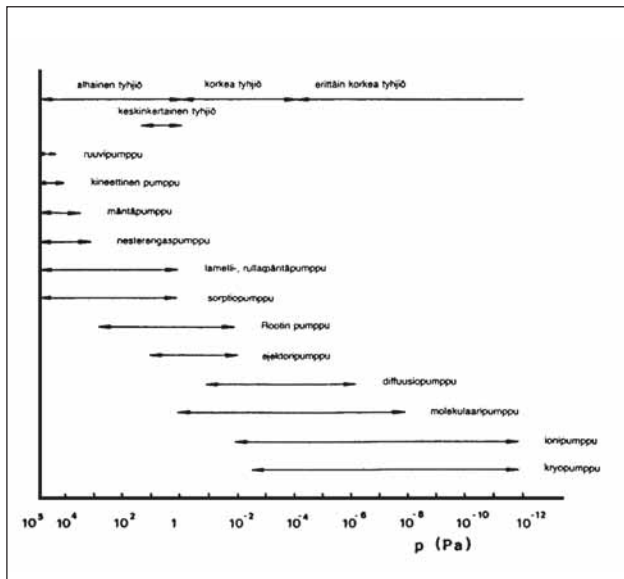
FLUID
Finland
2-2006



Pumppu on tyhjiötekniikan tärkein komponentti. Sen tehtävänä on tyhjiön kehittäminen ja ylläpitäminen. Pumpputyypistä, pumpun ominaisuuksista ja kunnosta riippuu paljolti se, millainen pumppausnopeus ja tyhjiöpaine saavutetaan.

Painealueet ja pumppausnopeus

Pumpun painealueella tarkoitetaan sitä saavutettavan tyhjiön painealuetta, jolla pumppausnopeus on vielä kohtuullinen. Eri pumpputyypin tyypillisiä pai-



Kuva 1. Eri pumpputyypin painealueet

nealueita esittää kuva 1. Kuten kuvasta havaitaan, kaikkien pumpputyypin painealue ei ala ilmakehän paineesta (10^5 Pa). Tämä merkitsee sitä, että nämä pumpit vaativat esipumpun.

Kullakin pumpputyypillä saavutettava alhaisin mahdollinen paine määräytyy käytännössä joko pumpun vuodoista (takaisinvirtauksesta), puristuksen loppulämpötilasta tai nesterengaspumpuissa nesteen höyrynpaineesta.

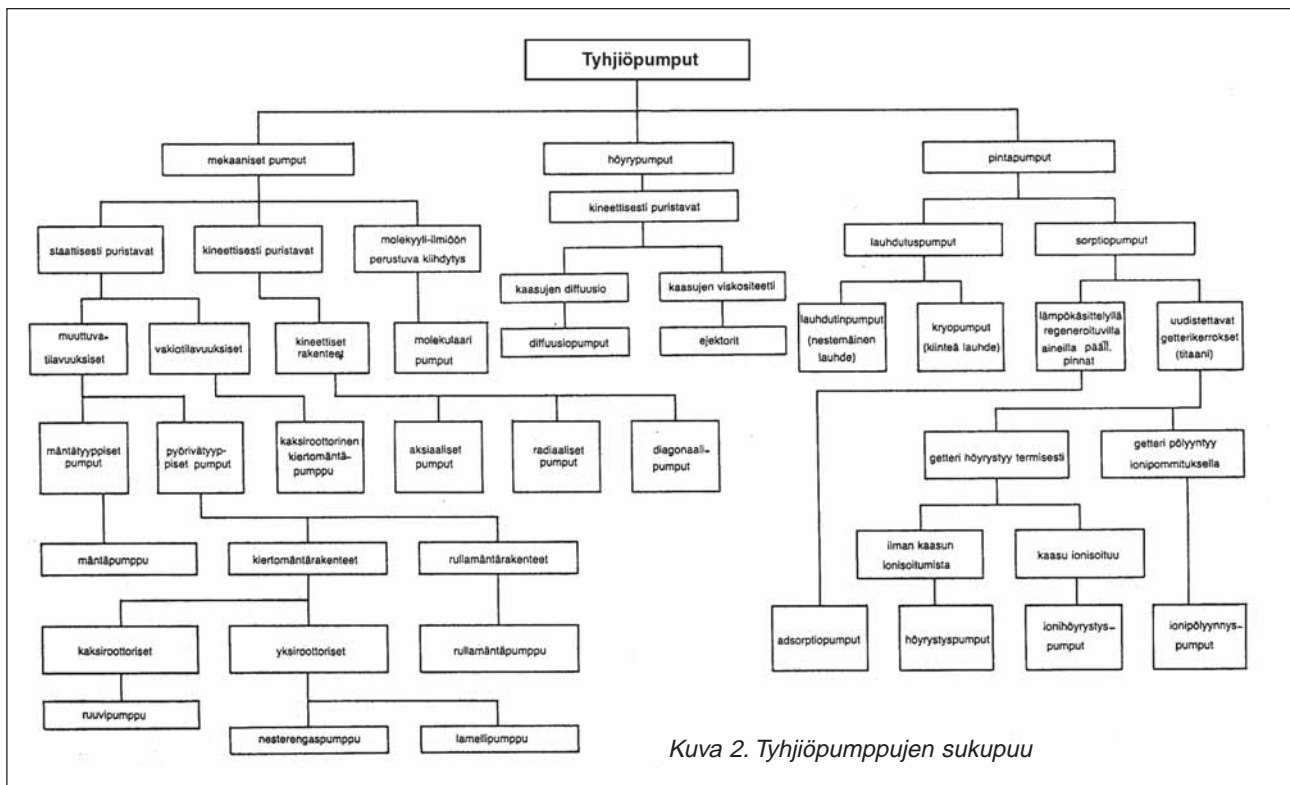
Pumppausnopeuteen vaikuttaa ratkaisevasti pumpputyypin sekä pumpun koko ja vuodot.

Kytkemällä kaksi tai useampi joko saman- tai erityypistä pumppua joko sarjaan tai rinnan saadaan aikaan haluttu tyhjennysnopeus ja tarvittava tyhjiöpaine.

Pumpputyypit

Tyhjiöpumppuja on rakenteeltaan ja toiminnaltaan hyvin monenlaisia, kuva 2. Yleisimmät pumpputyypit ovat:

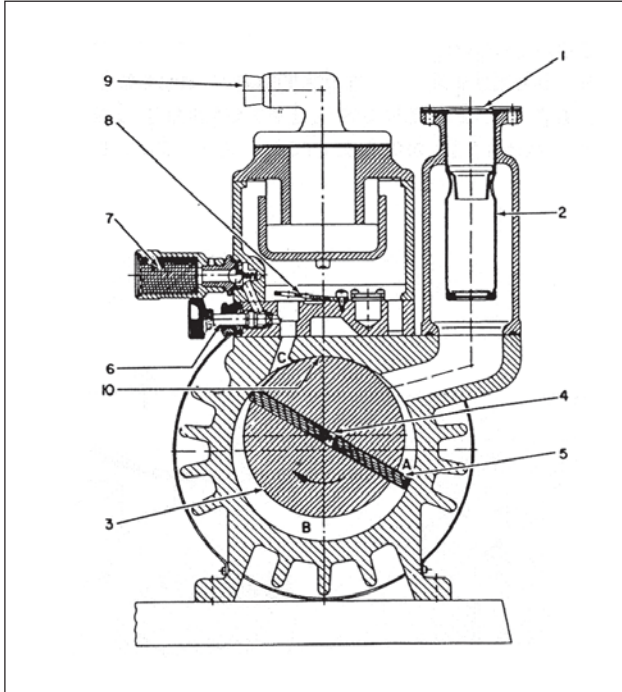
- * kiertosiipipumppu (lamellipumppu)
- * kiertomäntäpumppu (rullamäntäpumppu)
- * trokoidipumppu
- * vierintäpumppu (Rootin pumppu)
- * nesterengaspumppu
- * mäntäpumppu
- * diffuusiopumppu
- * ejektoripumppu



Kuva 2. Tyhjiöpumppujen sukupuu

Kiertosiipipumput

Kiertosiipipumput ovat teollisuudessa eniten käytettyjä pumppuja. Niitä on kaksi-, kolmi- ja useampisiipisiä. Edelleen niitä on öljytiivistisiä ja kuivana toimivia.

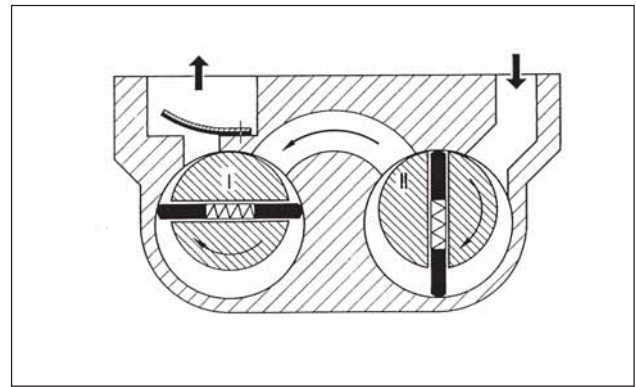


Kuva 3. Kaksisiipinen kiertosiipipumppu. 1. imaukko, 2. suodatin, 3. roottori, 4. jousi, 5. siipi, 6. kaasuhuuhteluventtiili, 7. suodatin, 8. poistventtiili, 9. poistoaukko, 10. öljyn tiivistämä rako (Pfeiffer).

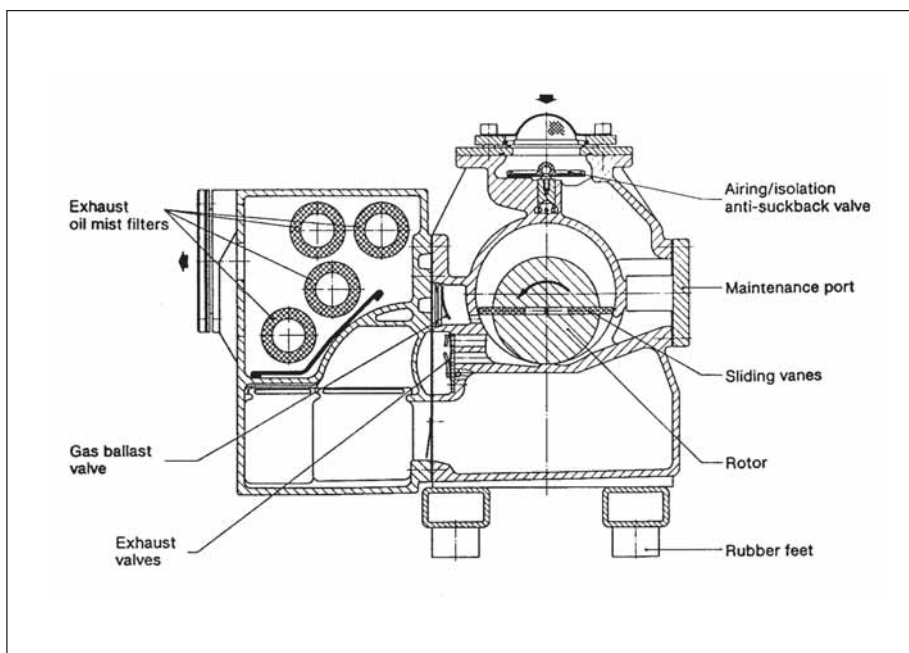
Öljytäytteisissä pumpuissa öljyn tehtävänä on pumpun voitelu, pumpun ja poistventtiin tiivistäminen, poistventtiin alle jäävän hukkatilan täyttäminen sekä pumpun jäähtymisen tehostaminen. Näissä pumpuissa tarvitaan öljynerottimet, joilla öljy erotetaan poistoilmasta mahdollisimman tarkoin ja johdetaan takaisin pumpun öljytilaan.

Öljyn kulkeutuminen imaukon kautta pumpattavaan tilaan tai poistoaukon kautta ulos on estetty pumpun liitetyillä venttiileillä, jotka sulkeutuvat pumpun pysähtyessä. Lisäksi imaukkoon sijoitetut venttiilit estävät ilman virtauksen takaisin tyhjiötilaan ja samalla ilmaavat pumpun.

Kiertosiipipumppujen yleisimmät rakenteet ilmenevät kuvista 3...8.

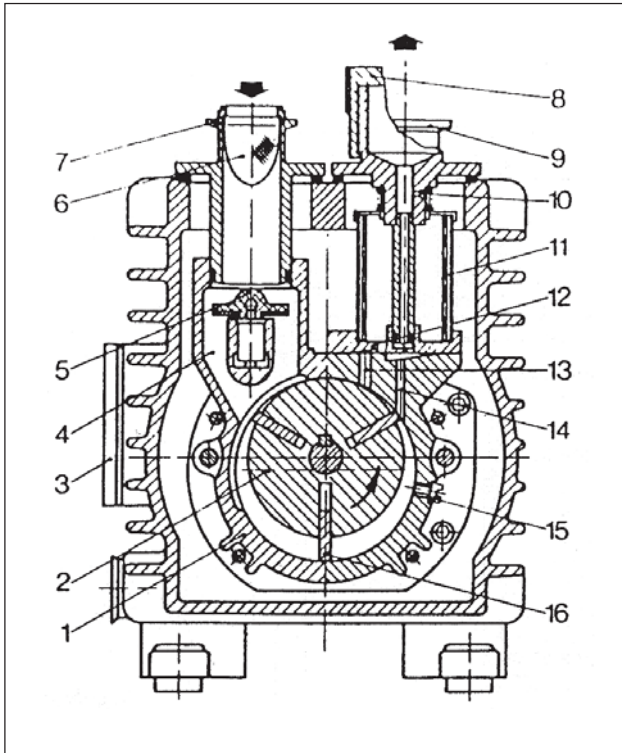


Kuva 5. Kaksiasteisen siipipumpun periaate



Kuva 4. Kiertosiipipumppu (Leybold)

Toimintaperiaate ilmenee parhaiten kuvasta 3. Roottori (3) on laakeroitu epäkeskeisesti pesään. Roottoria pyöritetään nuolen suuntaan. Siivet kiertävät pesässä liukuen pesän seinämää pitkin ja samalla edestakaisin roottorin urissa. Imukammion A tilavuus suurenee, jolloin pumppu imee imaukon (1) ja suodattimen (2) kautta tyhjiötilasta ilmaa. Samanaikaisesti puristuskammion B tilavuus pienenee. Ilma poistuu pumpusta kanavan C ja poistventtiin (8) kautta poistoaukkoon (9).

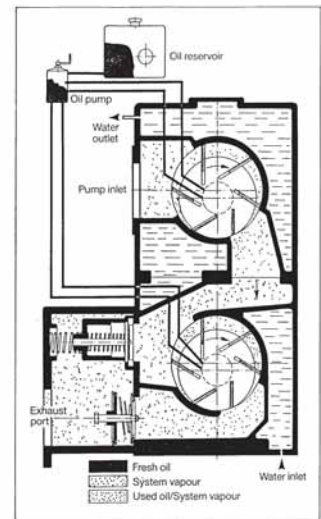
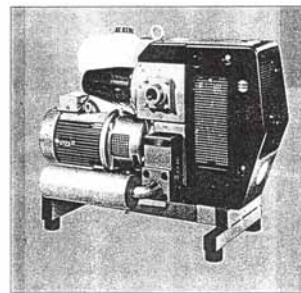


Kuva 6. Kolmilamellinen siipipumppu. 1. pesä, 2. roottori, 3. öljymäärän osoitin, 4. imukanava, 5. imuventtiili, 6. imu-suodatin, 7. imuaukko, 8. poistovernttiili, 9. poistoaukko, 10. äänenvaimennin, 11. öljynerotin, 12. venttiili, 13. poisto-kanava, 14. paineentasauskanava, 15. kaasuhuhtelu-venttiili, 16. siipi

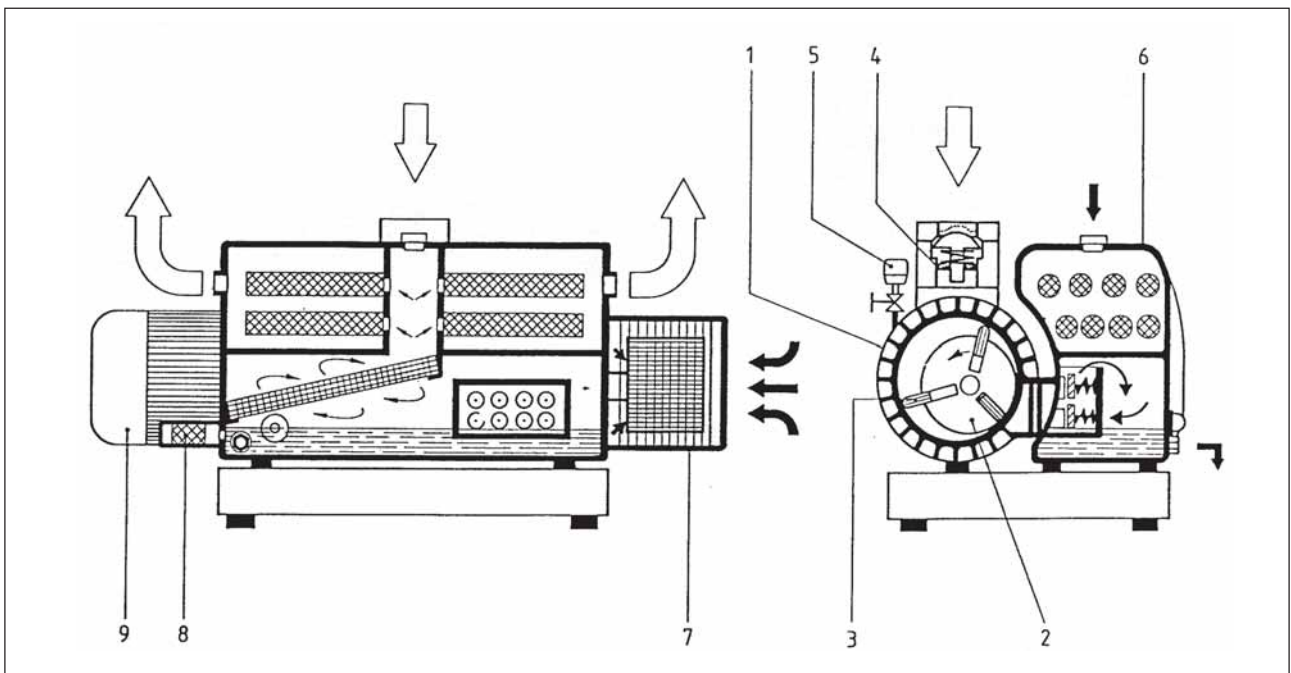
Saavutettavissa olevan loppupaineen pienentämiseksi voidaan roottorit kytkeä sarjaan kaksiasteiseksi pumpuksi, kuvat 5 ja 8. Tällöin voidaan saavuttaa parhaimmillaan noin 0,01 Pa paine.

Siipien eli lamellien lukumäärä vaihtelee kiertosiipi-pumpuissa yleensä 2...7. Pumput tekevät yhden kierroksen aikana siipien lukumäärän mukaisen määrän sekä imu- että puristusvaiheita.

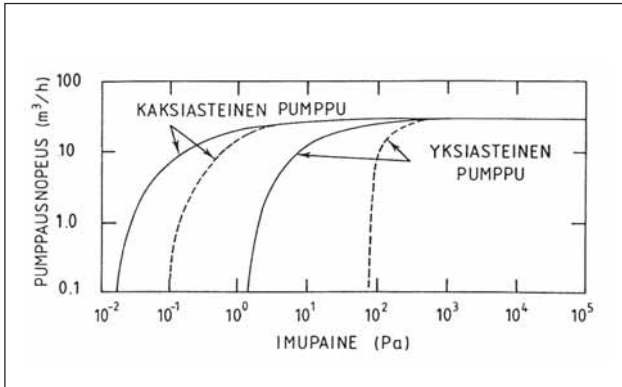
Kiertosiipipumppuja käytetään eniten karkea- ja väli-tyhjiön alueilla eli painealueella 0,1...10⁵ Pa. Pumppujen pyörimisnopeudet ovat tavallisesti noin 1500 1/min ja pumppausnopeudet vaihtelevat yleensä alueella 1...1000 m³/h.



Kuva 8. Tuoreöljyvoideltu kaksiasteinen kiertosiipipumppu



Kuva 7. Siipipumppu. 1. pesä, 2. roottori, 3. siipi, 4. vastaventtiili, 5. kaasuhuhteluventtiili, 6. öljynerotin, 7. öljynjäähdyt-in, 8. öljynsuodatin, 9. sähkömoottori (Busch)



Kuva 9. Yksi- ja kaksiasteisen kiertosiipipumpun pumpausnopeudet imupaineen funktiona. Ehjät viivat ilman kaasuhuhtelua, katkoviivat kaasuhuhtelun kanssa

Kaasuhuhtelu (ilmahuhtelu)

Pumpattaessa runsaasti höyryä sisältävää kaasua on olemassa vaara, että puristusvaiheessa ylitetään kyläisen höyryn osapaine pumpun toimintalämpötilassa. Tällöin höyry tiivistyy nesteeksi pumpun puristustilassa. Tästä seuraa puristusvaihkeen aleneminen. Lopulta tämä saa aikaan sen, että poistoventtiili ei avaudu. Lisäksi nesteen kerääntyessä pumppuun lopputyhjiö huononee, voiteluöljyn ominaisuudet heikkenevät ja kuluminen sekä korrosio lisääntyvät. Seurauksena saattaa olla jopa kiinnileikkautuminen.

Kaasuhuhtelun tarkoituksena on estää höyryn, useimmiten vesihöyryn, tiivistyminen nesteeksi pumpussa. Tiivistyminen estetään johtamalla puristustilaan kaasua, yleensä huoneilmaa, jonka avulla poistoventtiili avataan ennen kuin saavutetaan kyläisen höyryn osapaine kyseisessä lämpötilassa.

Kuvassa 10 kuvat $a_1 \dots a_4$ esittävät höyryn käyttäytymistä pumpussa ja kuvat $b_1 \dots b_4$ kaasuhuhtelun periaatetta.

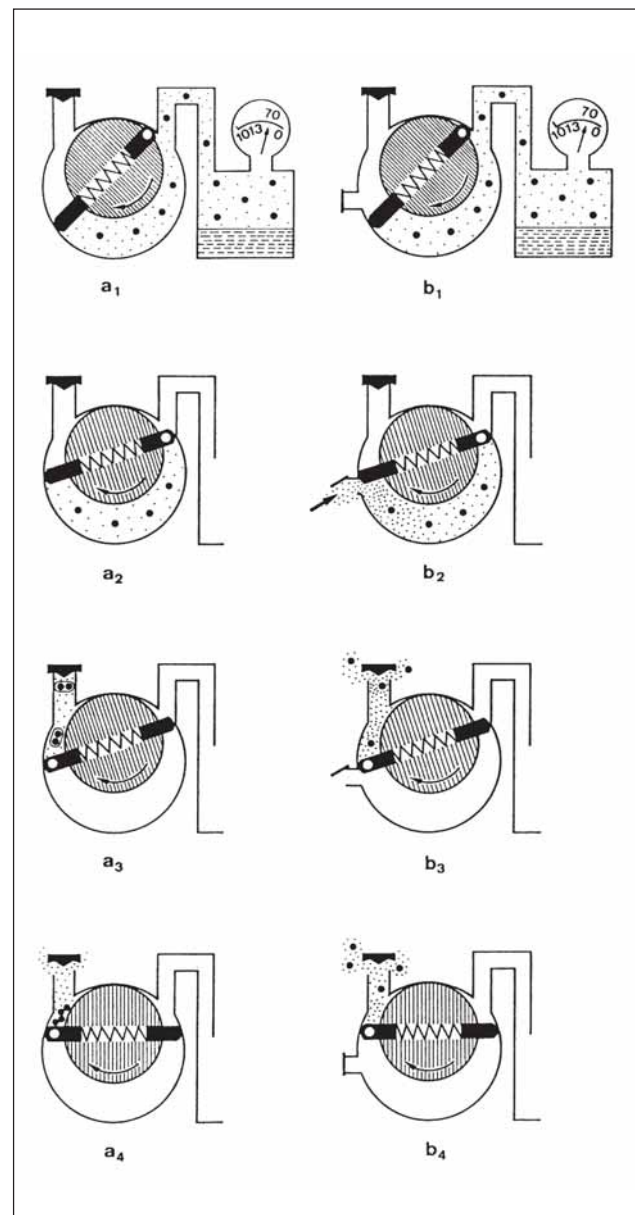
- a_1) Pumppu imee säiliöstä höyryä sisältävää kaasua.
- a_2) Yhteys imukammioista säiliöön katkeaa. Puristusvaihe alkaa.
- a_3) Kyläisen höyryn osapaine ylitetty. Höyryn pisaroituminen alkaa.
- a_4) Poistoventtiili avautuu. Nestepisaroita kertyy pumppuun.
- b_1) Pumppu imee säiliöstä höyryä sisältävää kaasua.
- b_2) Puristusvaihe alkaa. Kaasuhuhteluventtiili avautuu. Huuhtelukaasua virtaa puristustilaan.
- b_3) Poistoventtiili avautuu.
- b_4) Kaasu ja höyry purkautuvat puristuskammioista. Pisaroitumista ei tapahdu.

Lämpötilan noustessa myös kyläisen höyryn paineen suuruudet kasvavat. Lisäkeinona tiivistymisen estämiseksi pumpun lämpötilan voidaan antaa nousta noin

100 °C:seen. Tällöin on kiinnitettävä erityistä huomiota pumppuöljyn laatuun. Räjähdyksvaaran estämiseksi huuhtelukaasuna on käytettävä ilman asemesta esimerkiksi typpeä.

Kaasuhuhtelua voidaan käyttää myös mahdollisten pumppuöljyssä olevien epäpuhtauksien toteamiseen. Mikäli ilmahuhteluventtiiliä avattaessa imupaine paranee ja huononee hitaasti sen sulkemisen jälkeen, on öljyssä korkean höyrynpaineen omaavia epäpuhtauksia. Tällöin öljy on vaihdettava.

Kaasuhuhtelua sovelletaan kaikkiin öljyllä tiivistettyihin pumppeihin. Haittapuolena on pieni loppupaineen huononeminen ja vähäinen tehon kulutuksen kasvu.



Kuva 10. Höyryn käyttäytyminen pumpussa: kuvat $a_1 \dots a_4$ ja kaasuhuhtelun periaate: kuvat $b_1 \dots b_4$

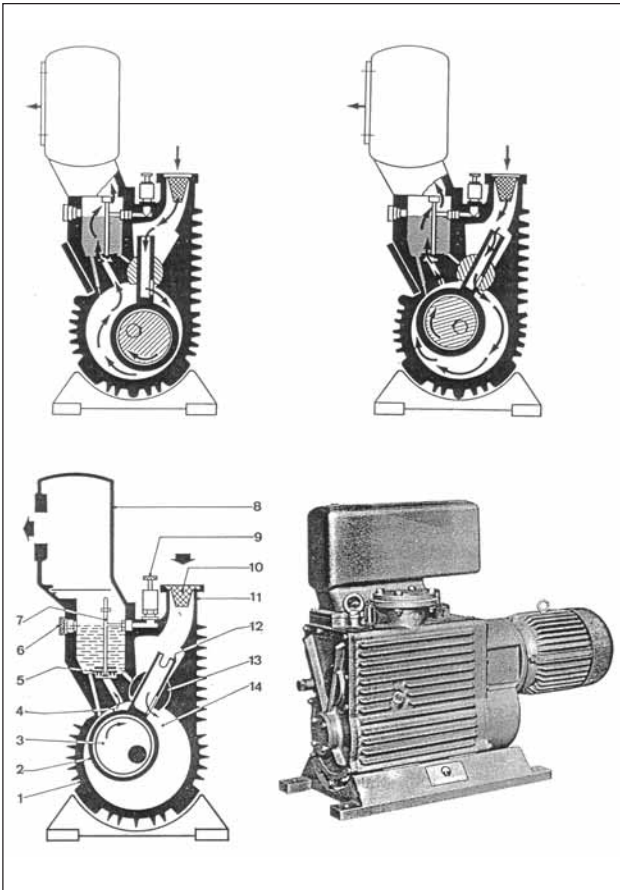
Kiertomäntäpumput

Kiertomäntäpumpuja käytetään useimmiten suurten tilavuuksien pumppaukseen joko yksin tai yhdessä vierintäpumpujen kanssa. Pumppausnopeudet ovat yleensä 40...1500 m³/h.

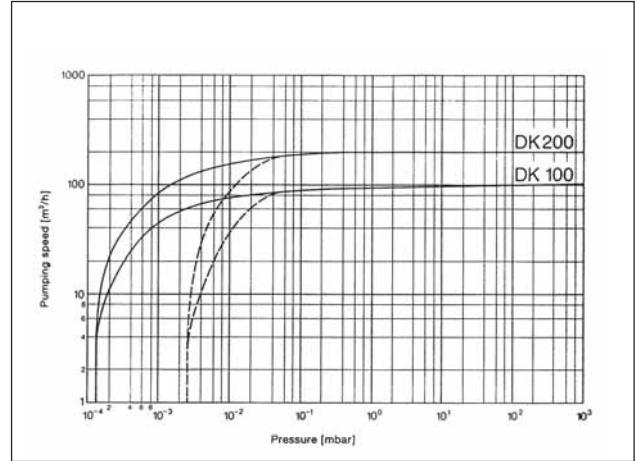
Kiertomäntäpumpun rakenne ja toiminta ilmenevät kuvasta 11.

Kun akselia pyöritetään, pitkänomainen kiertomäntä (2), johon on kiinnitetty levymainen ontto luisti (12), kiertää epäkeskon (3) vaikutuksesta pesässä (1). Tällöin imukammion (14) tilavuus suurenee ja puristuskammion (4) tilavuus pienenee. Tästä seuraa, että pumppu imee imusuodatimen (10) ja luistiventtiilin aukon kautta ilmaa imukammioon ja samanaikaisesti puristaa ilmaa puristuskammion öljytiivisteisen poistoventtiilin (5) kautta ulos.

Öljyllä on kiertomäntäpumpussa samat tehtävät kuin siipipumpussakin: voitelu, tiivistäminen, hukkatilan täyttäminen ja jäähdytys.



Kuva 11. Kiertomäntäpumppu. 1. pesä, 2. kiertomäntä, 3. epäkesko, 4. puristuskammio, 5. poistoventtiili, 6. öljynpinnan ilmaisin, 7. painetasauskanava, 8. poistokammio, 9. kaasuhuuhteluventtiili, 10. imusuodatin, 11. imuaukko, 12. luistiventtiili, 13. niveltanko, 14. imukammio (Leybold)



Kuva 12. Kahden kiertomäntäpumpun pumppausnopeudet imupaineen funktiona. Ehjät viivat ilman kaasuhuuhtelua. Katkoviivat kaasuhuuhtelun kanssa (Leybold).

Myös kiertomäntäpumpuja voidaan paremman loppupaineen saavuttamiseksi kytkeä sarjaan kaksiasiaiseksi pumpuksi.

Samoin kaasuhuuhtelua käytetään, kuten siipipumpuissakin.

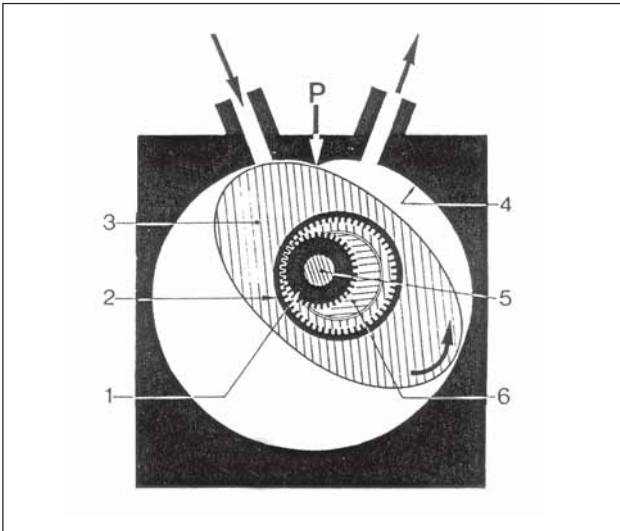
Kiertomäntäpumput ovat pitkäikäisiä ja toimintavaroja. Moottorin pyörimisnopeudet vaihtelevat yleensä alueella 400...600 1/min. Männän välykset ovat noin 0,1 mm. Saavutettavissa oleva loppupaine on noin 1 Pa.

Kuvasta 12 käy ilmi erään yksiasteisen kiertomäntäpumpun pumppausnopeus ja moottoriteho imupaineen funktiona. Ehjät viivat kuvaavat tilannetta ilman kaasuhuuhtelua ja katkoviivat kaasuhuuhtelun kanssa.

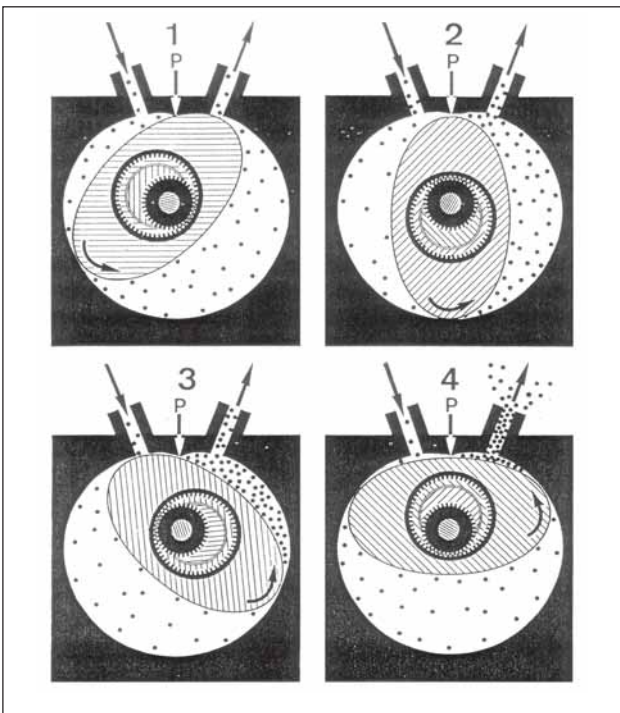
Trokoidipumput

Trokoidipumppu on saanut nimensä pumpun hypotrokoidikäyrän muotoisesta pesästä. Pumpun pääosat ilmenevät kuvasta 13. Toiminta käy ilmi kuvasta 14. Tiivistyskohta P ja ellipsinmuotoinen mäntä jakavat pesän kahteen osaan: imukammioon ja puristuskammioon. Kun akselia pyöritetään, hammaspyörän ja hammaskehän välityksellä pyörii myös mäntä. Tällöin imukammion tilavuus suurenee ja painekammion tilavuus pienenee. Tämän seurauksena pumppu imee imuaukosta (kuvissa vasemmalla) ilmaa imukammioon ja samalla puristaa ilmaa puristuskammion poistoaukkoon.

Pesän ja männän muodosta johtuen pumppu suorittaa männän yhden kierroksen aikana kaksi imu- ja puristusvaihetta. Epäkeskon vaikutuksesta mäntä pysyy koko ajan tiivistysnokan lähellä estäen puristus-



Kuva 13. Trokoidipumppu. 1. hammaspyörä, 2. hammaskehä, 3. mäntä, 4. pesä, 5. akseli, 6. epäkesko



Kuva 14. Trokoidipumpun toimintaperiaate

ja imukammion välisen virtauksen. Tiivistyskohdassa on helposti vaihdettava tiivistyslista.

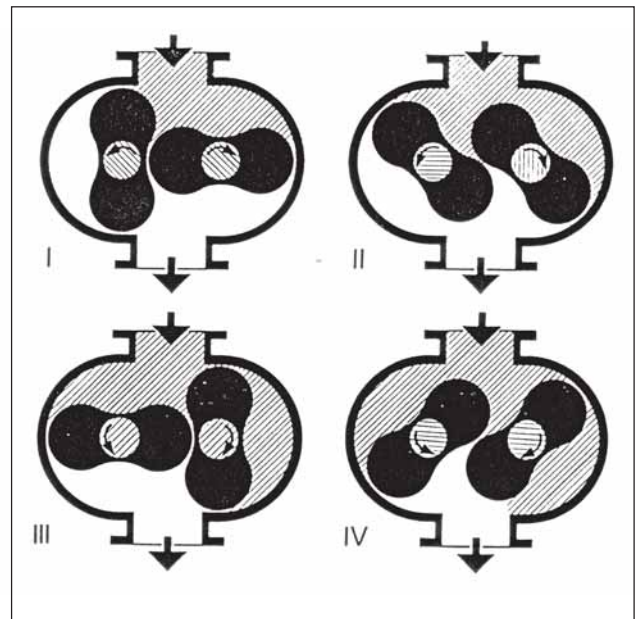
Myös trokoidipumpussa voidaan käyttää kaasuhuuh-telua samalla tavalla kuin siipi ja kiertomäntäpum-puissa.

Pumppu kiinnitetään yleensä suoraan säiliön päälle ja sen yläpuolelle liitetään öljysäiliö, öljyn suodatin ja öljyn kierrätyspumppu sekä poistoilman öljysumun erotin.

Trokoidipumput ovat yksiasteisia. Niillä saavutettava loppupaine on noin 5 Pa. Mekaaniselta rakenteeltaan ne ovat erittäin kestäviä, joskin melko kalliita. Kokoon-sa nähden niillä on suuri pumppausnopeus. Tavalli-sesti se on 400...1000 m³/h. Eniten niitä käytetään raskaissa ja kuluttavissa teollisuussovelluksissa.

Vierintäpumput

Vierintäpumppuja eli Rootin pumppuja käytetään yleisesti silloin, kun pumpattava kaasu ei saa päästä kosketukseen öljyn tai muun voiteluaineen kanssa. Näin on asianlaita muun muassa elintarvike- ja pak-kausteollisuudessa.

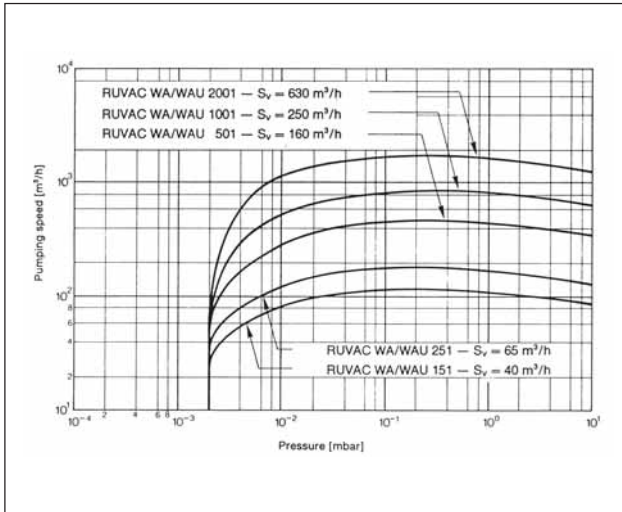


Kuva 15. Vierintäpumppuun toimintaperiaate (Leybold)

Vierintäpumppuun pääosat ovat pesä ja kaksi kahdeksi-kon muotoista, pitkänomaista roottoria. Toiminta on esitetty vaiheittain kuvassa 15. Kuvassa imuaukko on yläpuolella ja poistoaukko alapuolella. Roottorit pyöri-vät pesässä pyörimissuuntaa osoittavien nuolien mu-kaisesti vastakkaisesti suuntiin. Tällöin pumppu imee imuaukosta ilmaa ja puristaa sen pesän seinämien kautta poistoaukkoon.

Roottorit eivät kosketa toisiinsa eivätkä pesän seinä-miin. Välyys on noin 0,1 mm. Pumpun pyörimisnopeus on yleensä noin 3000 1/min.

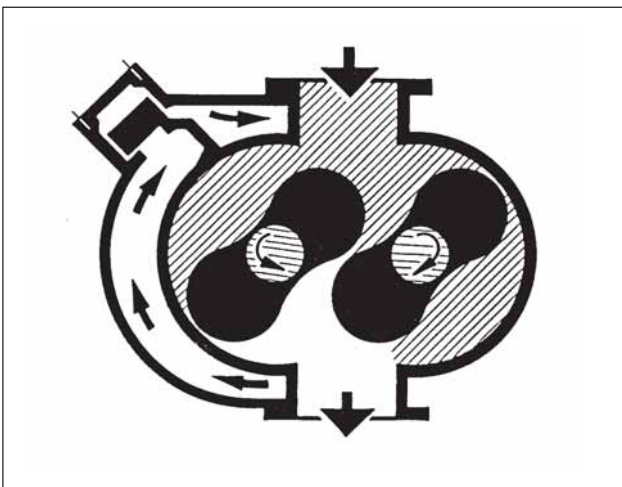
Vierintäpumppujen yhteydessä on kiinnitettävä erityis-tä huomiota kahteen pumpun käyttöä rajoittavaan seikkaan: puristussuhteeseen ja pumpun yli vallitse-vaan paine-eroon.



Kuva 16. Viiden erikokoisen vierintäpumpun pumppausnopeus imupaineen funktiona (Leybold).

Puristussuhde eli poisto- ja imupaineen suhde nollavirtaustilanteessa on melko suuresta välyksestä johtuen parhaimmillaankin vain noin 50...100. Tämä saavutetaan pumpun poistopaineen (esityhjiön) ollessa noin 1 (10^0) mbar. Tällöin myös pumpun pumppausnopeus on parhaimmillaan. Tämän esityhjiön ylä- ja alapuolella puristussuhde pienenee.

Paine-ero vierintäpumpun yli saa olla pumpusta riippuen korkeintaan 1...10 kPa. Tämä johtuu siitä, että poisto- ja imuaukon välisen paine-eron kasvaessa myös pumppausasteho kasvaa, minkä seurauksena lämpötila nousee. Tällöin välykset pienenevät ja lopulta roottorit saattavat koskettaa pesän seinämiin. Pumpuissa on usein ohivirtausventtiili, joka estää paine-eron kasvun liian suureksi, kuva 17.

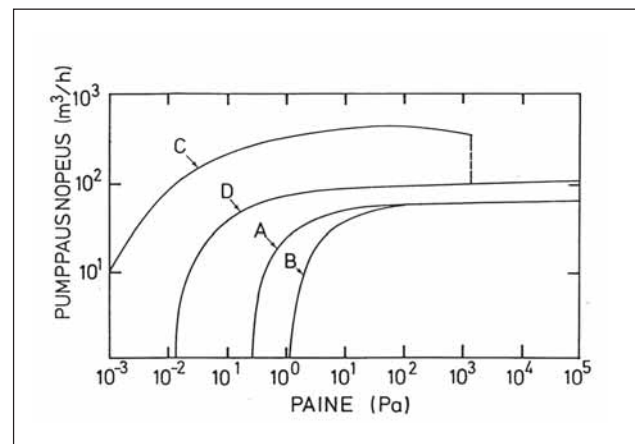


Kuva 17. Ohivirtausventtiilillä varustettu vierintäpumpu (Leybold)

Vierintäpumpujen kanssa käytetään yleensä esipumppua. Esipumpuksi vierintäpumpun poistopuolelle on tavallisesti kytketty sarjaan kiertosiipi- tai kiertömäntäpumpu. Esipumpun tehtävänä on joko paremman loppupaineen tai suuremman pumppausnopeuden saavuttaminen.

Jos tavoitteena on parempi loppupaine, esipumpun pumppausnopeus on yhtä suuri kuin vierintäpumpun (kuljetusmoodi). Mikäli tavoitteena on suurempi pumppausnopeus, esipumpun pumppausnopeus on noin kymmenesosa vierintäpumpun pumppausnopeudesta (puristusmoodi).

Vierintä- ja esipumpun yhdistelmien pumppausnopeudet ovat useimmiten 500...10.000 m^3/h . Käyttämällä pumppuyhdistelmiä saavutetaan suurempi pumppausnopeus huomattavasti taloudellisemmin kuin pelkästään suurentamalla pumppukokoa. Samoin alhainen loppupaine saavutetaan yhdistelmäpumppauksella taloudellisemmin kuin yhdellä pumpulla.



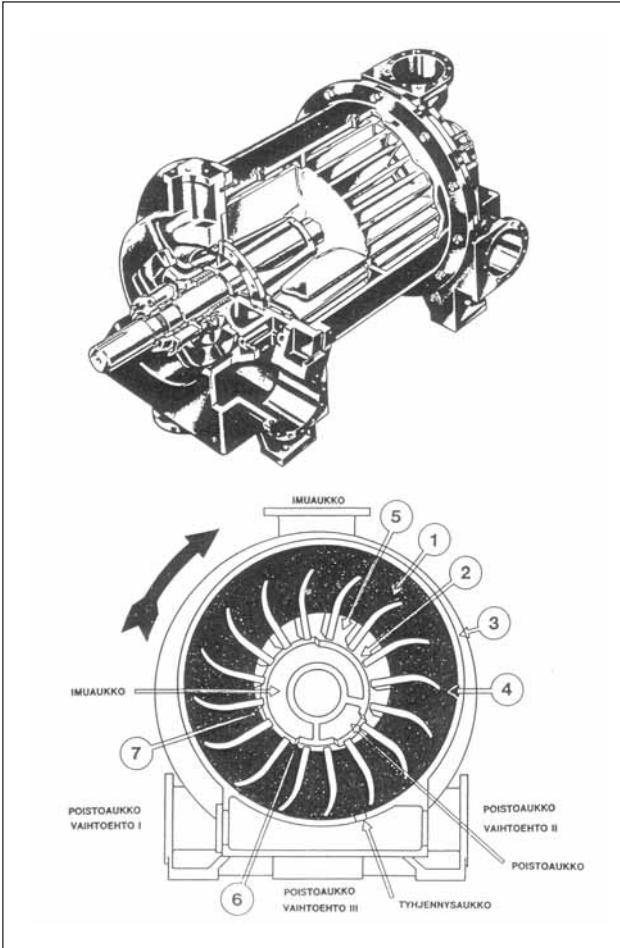
Kuva 18. A kiertosiipipumppu 60 m^3/h ja vierintäpumppu 60 m^3/h (kuljetusmoodissa); B kiertosiipipumppu 60 m^3/h yksinään; C kiertosiipipumppu 100 m^3/h ja vierintäpumppu 500 m^3/h (puristusmoodissa); D kiertosiipipumppu 100 m^3/h yksinään

Kuvassa 18 olevista esimerkeistä nähdään pumppuyhdistelmillä saavutettu etu siipipumppuun verrattuna sekä kuljetus- että puristusmoodissa.

Kytkemällä kaksi tai kolme vierintäpumppua sarjaan päästään öljyvapaaseen noin 1 Pa loppupaineeseen. Tällöin on otettava huomioon kaasun lämpeneminen puristusvaiheen aikana ja varustettava järjestelmä jäädyttimillä.

Nesterengaspumppu

Nesterengaspumpun osittain nesteellä täytetyssä pesässä on pesään nähden epäkeskeisesti laakeroitu siipipyörä. Siipipyörän pyöriessä, neste lentää keskipakovoiman vaikutuksesta pesän seinämää vasten.



Kuva 19. Nesterengaspumppu. 1. neste, 2. päätykartio, 3. pesä, 4. siipipyörä, 5. poistovaiheen alku, 6. imuvaiheen alku, 7. imuvaihe (Nash)

Tällöin muodostuu siipien väliin siipipyörän keskiosan ympärille kuunsirpin muotoinen nesteestä vapaa tila. Imuaukon puolella siipien väliset tilat suurenevat ja paineaukon puolella pienenevät (kuva 19). Tällöin pumppu imee imuvaiheen aikana siipien väliin kaasua ja puristaa sen poistovaiheessa poistoaukkoon.

Sekä imu- että poistoaukot sijaitsevat pumpun molemmissa päädyissä. Näin aksiaaliset voimat jäävät vähäisiksi. Poistoaukko voidaan suunnata vaihtoehtoisesti kolmeen eri suuntaan. Tämä helpottaa pumpun asennusta.

Nesteen tehtävänä on estää siipien väliin jäävien eri tilojen välinen virtaus ja toimia jäähdytysaineena.

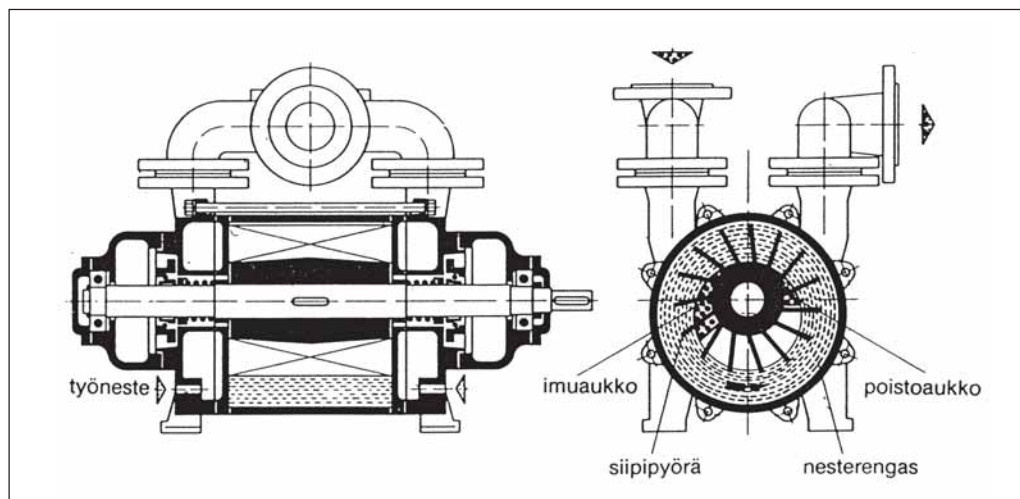
Hyvän loppupaineen saavuttamiseksi on pumppuun syötettävä jatkuvasti kylmää nestettä (kuva 20), sillä lämpötilan noustessa myös nesteen höyrynpaine kasvaa. Nestettä voidaan kierrättää suljetussa piirissä.

Nesteenä käytetään yleensä vettä, mutta etenkin kemianteollisuudessa käytetään myös muita nesteitä, kuten rikkihappoa ja kloroformia.

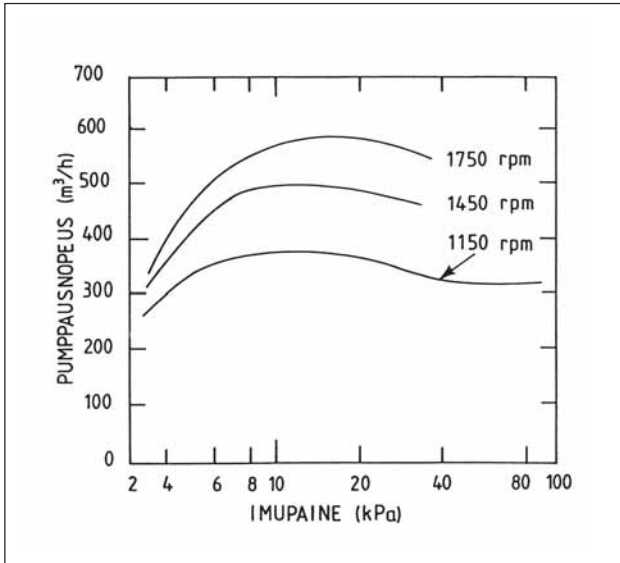
Saavutettava loppupaine riippuu käytettävästä nesteestä. Vettä käytettäessä saavutetaan noin 4 kPa:n loppupaine.

Loppupainetta voidaan huomattavasti parantaa kytke-mällä pumpun imuaukkoon suihkupumppu ja tämän imuaukkoon vierintäpumppu, jolloin saavutetaan noin 0,1 Pa paine.

Eri nesterengaspumppujen pumppausnopeudet vaihtelevat paljon. Ne ovat 10...25.000 m³/h. Pumppausnopeuteen vaikuttavat pumpun koko ja pyörimisnopeus.



Kuva 20. Nesterengaspumppu



Kuva 21. Nesterengaspumpun pumppausnopeus imupaineen funktiona. Parametrinä on pumpun pyörimisnopeus

Kuvassa 21 on esitetty tyypillinen vesitäytteisen nesterengaspumpun pumppausnopeus imupaineen funktiona kolmella pumpun eri pyörimisnopeudella.

Nesterengaspumppuja käytetään eniten suurten höyrymäärien pumppaukseen. Tällaista tarvetta on runsaasti muun muassa prosessi-, kemian- ja lääketieteellisyydessä, tyhjiökuivaus- ja haihdutusprosesseissa sekä vedenkäsittelylaitoksilla.

Pumppujen merkittävänä hyvänä ominaisuutena on pumppausprosessin puhtaus. Pumpun materiaalit ja neste voidaan valita käyttötarkoituksen mukaan sopiviksi.

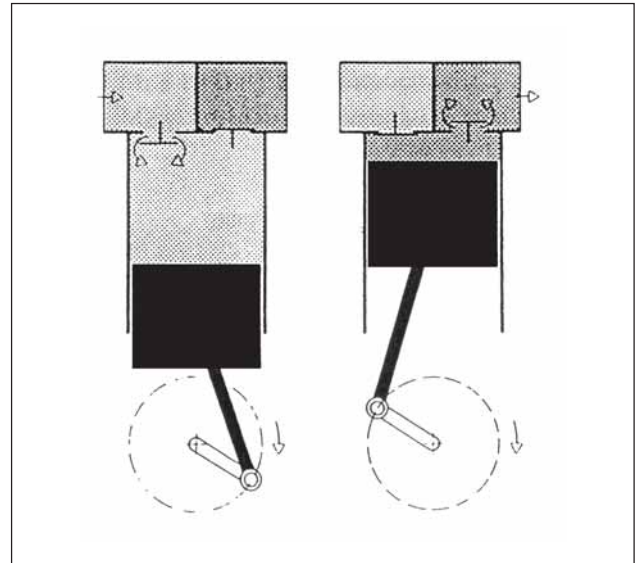
Mäntäpumput

Mäntäpumput ovat vanhimpia tyhjiöpumppuja. Rakenteeltaan ja toimintaperiaatteeltaan ne ovat mäntäkompressorien kaltaisia, kuva 22.

Mäntäpumpulla saavutettavaa alinta painetta rajoittavat sylinterin päihin jäävät suurehkot hukkatilat ja pumpun lämpeneminen. Yksivaiheisilla pumpeilla päästään noin 5 kPa:n paineeseen.

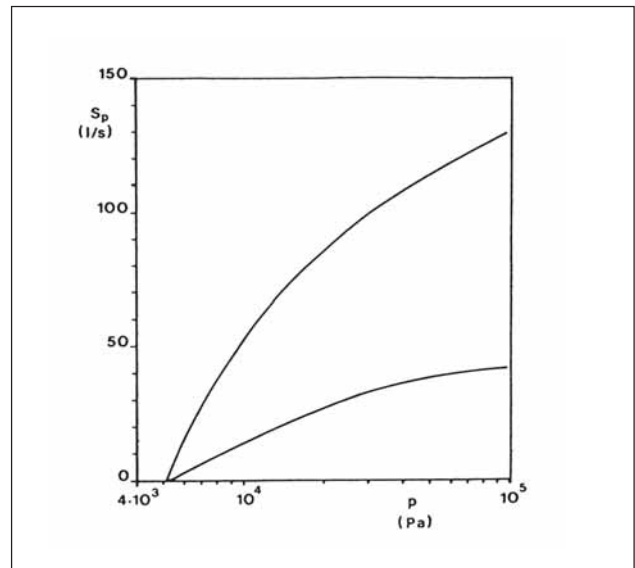
Mäntäpumpun tyypillisiä pumppausnopeuksia imupaineen funktiona esittää kuva 23.

Erityisesti mäntäpumpun toiminta kärsii puristustilaan tulleesta nesteestä, joten tehokkaat vedenerottimet imupuolella ovat välttämättömät.



Kuva 22. Mäntäpumpun toimintaperiaate. Kun mäntä liikkuu alaspäin, pumppu imee imuventtiilin kautta pumpattavaa kaasua. Mäntän liikkua ylöspäin imuventtiili on kiinni ja kaasu puristuu poistoventtiilin kautta pumpusta ulos.

Nykyisin mäntäpumput eivät ole tyhjiöpumppuina kovin yleisiä.



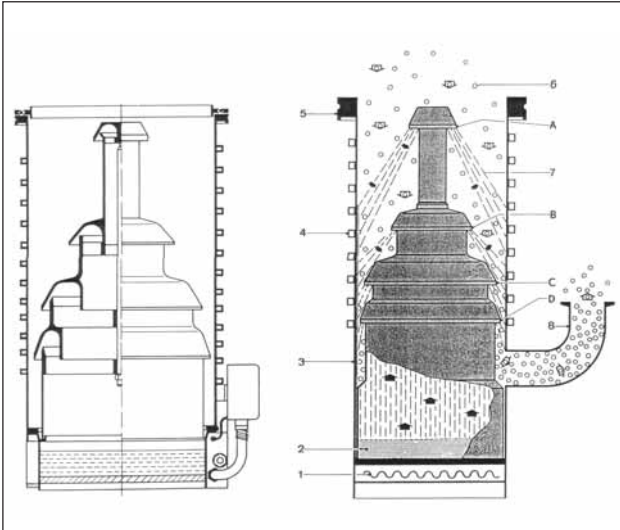
Kuva 23. Mäntäpumpun pumppausnopeuksia imupaineen funktiona

Tähän asti käsitellyt pumput ovat olleet kaikki mekaanisia pumppuja. Lopuksi tarkastellaan tyhjiötekniikassa yleisesti käytettyä kahta ajoainepumppua (höyrypumppua): diffuusiopumppua ja ejektoripumppua.

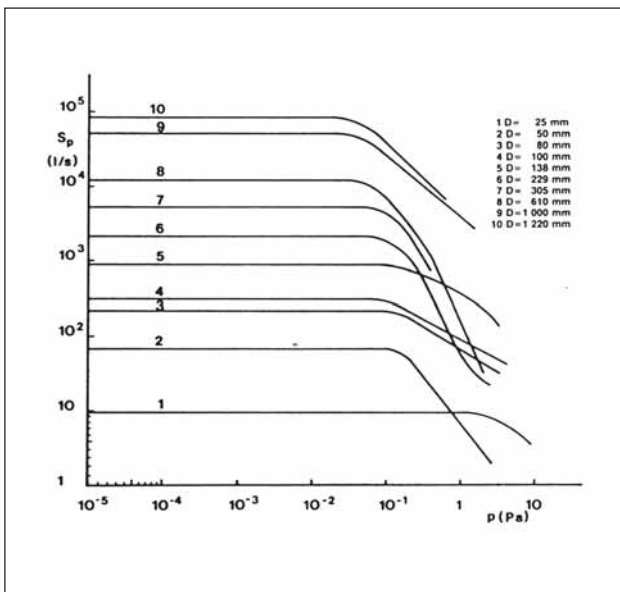
Diffuusiopumput

Diffuusiopumput ovat yleisiä suurtyhjiön alueella ($10^{-1} \dots 10^{-4}$ Pa).

Neliasteisen diffuusiopumpun rakenne ja toiminta ilmenevät kuvasta 24.



Kuva 24. Neliasteinen diffuusiopumppu. 1. vastus, 2. ajoaine, 3. pumpun runko, 4. jäähdetinkierukka, 5. imuaukon laippa, 6. kaasupartikkeli, 7. höyrystyskammio, 8. poistoaukko, A...D suuttimet

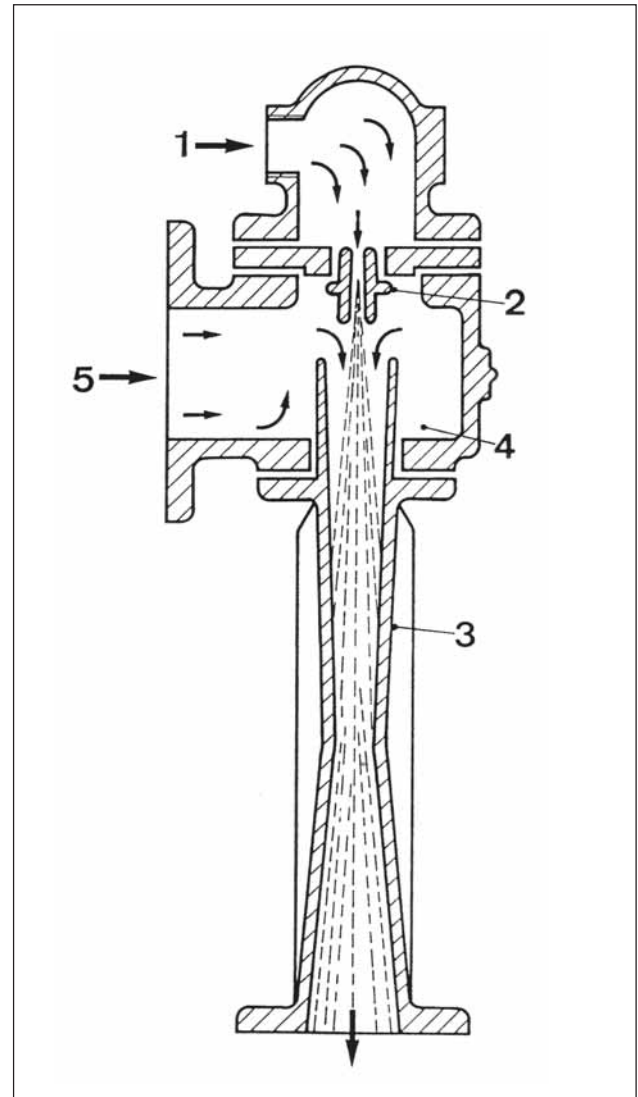


Kuva 25. Diffuusiopumppujen ominaiskäyriä

Vastuksen (1) höyrystämä ajoaine (2), useimmiten synteettinen öljy nousee ylös purkautuen yli-ääninopeudella suuttimista (A...D). Höyrystyskammio osuvat vinosti pumpun jäähdetyttyyn seinään, jolloin öljysumu valuu takaisin pumpun pohjalle.

Suuttimista vinosti alaspäin suuntautuvat höyrystyskammio imevät mukaansa pumpattavia kaasuja (6), jotka vaihe vaiheelta tiivistyvät ohjautuen lopulta poistoaukkoon (8).

Poistopaine on pienempi kuin ilmakehän paine, joten diffuusiopumput vaativat esipumpun. Esipumppuna käytetään tavallisesti joko kiertosiipi- tai kiertomäntäpumpua.



Kuva 26. Höyrystyskammio. 1. höyry, 2. höyrystyskammio, 3. sekoituskammio, 4. sekoituskammio, 5. pumpattava kaasu

Diffuusiopumppujen pumppausnopeudet vaihtelevat pumpun koon mukaisesti hyvin laajoissa rajoissa: 10 m³/h...200.000 m³/h.

Kuvassa 25 olevista erikokoisten diffuusiopumppujen ominaiskäyristä havaitaan, että kunkin pumpun tuotto on lähes vakio imupaineen ollessa alle 10⁻¹ Pa.

Pumppausnopeuden määrää lähinnä pumpun halkaisija (D). Käyrien esittämällä pumpuilla se on välillä 25...1220 mm.

Ejektoripumput

Ejektoripumpuissa (suihkupumpuissa) on ajoaineena joko höyry, neste tai kaasu.

Höyrysuihkupumpussa kuva 26, höyry (1) purkautuu yläääninopeudella höyräsuuttimesta (2) imien sekoituskammioista (4) mukaansa pumpattavaa kaasua (5). Höyry voidaan myös kondensoida nesteeksi, jolloin sitä voidaan käyttää jatkuvasti.

Pumpun painesuhde eli poisto- ja imupaineen välinen suhde on 10...20. Pumput voivat olla yksi-, kaksi- tai monivaiheisia. Useita vaiheita tarvitaan, kun pyritään alhaisiin loppupaineisiin. Tavanomainen lopputyhjiön painealue on 10...10⁻² Pa. Pumppausnopeudet vaihtelevat paljon ulottuen noin 500 m³/h.

Yleensä ejektoripumput vaativat esipumpun, mutta ei aivan välttämättä, mikäli pumpussa on riittävän monta vaihetta.

Nestesuihkupumpussa käytetään ajoaineena useimmiten vettä, jonka paine on 0,3...0,5 MPa. Vesisuihkun nopeus suuttimen jälkeen on noin 30 m/s. Maksimi pumppausnopeudet ovat noin 50 m³/s ja alin saavutettava paine noin 2 Pa. Koska vesisuihkupumpuilla voidaan pumpata myös syövyttäviä aineita, niitä käytetään yleisesti laboratorioissa ja kemian teollisuudessa.

Kaasusuihkupumpuissa on ajoaineena tavallisesti paineilma. Kaasusuihkupumppuja valmistavat myös monet pneumaattikalaitteiden valmistajat. Niistä käytetään yleisesti nimeä ejektorit.

