



F 1000113888B



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 113888 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

30.06.2004

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

F16J 15/40

(21) Patentihakemus - Patentansökning

965142

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

20.12.1996

(24) Alkupäivä - Löpdag

19.06.1995

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

20.12.1996

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan

PCT/CA95/00362

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

20.06.1994 CA 1126262 P

16.11.1994 GB 9423260 P

19.12.1994 GB 9425594 P

27.03.1995 GB 9506195 P

(73) Haltija - Innehavare

1 •A.W. Chesterton Co., 225 Fallon Road, Stoneham, MA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Ramsay, Thomas W., 667 Westheights Drive, Kitchener, Ontario N2N 2Z6, KANADA, (CA)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab
Jaakonkatu 3 A, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

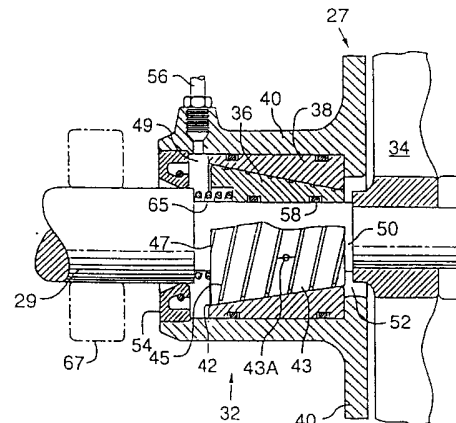
**Laite pyörivää akselia varten
Anordning för roterande axel**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE 3541816 A3, FR 1348765 A1, US 3558238 A

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on tiiviste/laakerikokoonpano tarkoitettuna asennettavaksi keskipakopumpun tiivistysholkkiin. Spiraaliura on leikattu supenevien kantopintojen parin roottorin ulkopintaan. Ura on 0,02 mm syvä, 2 mm leveä ja sen kehäsuuntainen pituus on 50 cm. Sulkuneste syötetään spiraaliuran sisäänmenoaukkoon ja ura kehittää tiivistysholkissa paineen, joka on tarpeeksi suuri ylittämään prosessin paineen. Sulkuneste voi olla vesi. Rajapinta kantopintojen välillä on tiivistetty prosessivälilaineesta ja ulkopuolelta.



Uppfinningen avser en tätning/lagersammansättning avsedd att monteras i en bussning till centrifugalpumpen. Spiralspråret är skuret av ett par avsmalnande bärytor på rotorns yttre sida. Spåret är 0,02 mm djupt, 2 mm brett och dess kretsriktade längd är 50 cm. Spärrvätskan matas in i spiralsprårets ingångsöppning och spåret alstrar ett tryck i bussningen, som är tillräckligt stort för att överstiga processens tryck. Spärrvätskan kan vara vatten. Gränsytan mellan bärytorerna har tätats av processmediet och den yttre sidan.

Laite pyörivää akselia varten – Anordning för roterande axel

5 Keksintö kohdistuu laitteeseen pyörivää akselia varten. Erityisesti se kohdistuu tiivisteisiin ja laakereihin pyöriviä akseleita varten ja on erityisen sovelias käytettäväksi moottorikäyttöisissä keskipakopumpuissa. Laite käsittää staattorikomponentin ja roottorikomponentin sovitettuina pyörimään akselin ympäri ja varustettuina komplementaarisilla kartiomaisesti suippenevilla tukipinnoilla, jotka on sijoitettu sama-akselisesti akselin ympärille.

10 Vaatimus tiivisteiden konstruoimiseksi siten, että tiiviste ei voi pettää sillä tavoin, että se päästää myrkyllistä virtaavaa aineita ympäristöön, lisääntyy. Tämän uuden vaatimuksen lisäksi on tiivisteiden suunnittelussa olemassa se yleinen tarve, että tiiviste kestää niin pitkän eliniän kuin mahdollista ilman vioittumista; että tiivisteiden alkaessa vuotaa tiiviste vastustaa vuotovirtausta eikä aukea laajalti; että tiiviste on halpa korjata - mitä tulee itse tiivisteeseen, tiivisteiden esille saamisen vaatimaan purkamisen määrään ja aikaan, jonka laite on pois toiminnasta. Keksinnön mukaiset tiiviste-laakerikokoonpanon versiot osoittavat nämä erilaiset tarpeet, kuten kuvataan jäljempänä.

Keksinnön eräs päämäärä on aikaansaada välineet kehittämään suuri paine keskipakopumpun tiivistysholkissa, so. suurempi paine kuin prosessiväliaineen paine.

20 Keksinnön eräänä päämääränä on aikaansaada tämä korkea paine turvautumatta viskoosisten ja liukkaiden sulkunesteiden käyttöön vaan saavuttaa korkea paine jopa käytettäessä vettä sulkunesteinä.

25 Keksinnön eräänä päämääränä on aikaansaada välineet paineen kontrolloimiseksi tiivistysholkissa ja tämän paineen kontrolloimiseksi prosessiväliaineen paineen suhteen ja ulkopuolisen ympäristön paineen suhteen.

Keksintö tarjoaa yhdistetyn tiiviste- ja laakerikokoonpanolaitteen, joka käsittää staattorin ja roottorin, jotka on sovitettu pyörimään akselin ympäri. Laite voidaan asentaa keskipakopumpun tiivistysholkin asemasta. Laitteen pääasiallisimmat tunnusmerkit ilmenevät oheisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkeistä.

30 Roottori- ja staattorikomponentit on varustettu komplementaarisilla kantopinnoilla, jotka on järjestetty siten, että ne pyyhkäisevät toisiaan hydrodynaamisessa kantavassa suhteessa alueessa, jota nimitetään laakeripinnaksi.

Yksi kantopinnoista on varustettu uralla, joka ulottuu spiraalimuodossa kantopintaa pitkin ja sen ympäri laakeripinnan yli. Spiraaliura käsittää useita kierroksia, jotka ulottuvat kantopinnan yli, sen järjestelyn ollessa sellainen, että leveydeltään huomattavat välipaikat jäävät spiraaliuran vierekkäisten kierrosten väliin. Spiraaliurassa on
5 sisäänmenoaukko ja poistoaukko.

Laite on rakennettu siten, että se määrittää sisäänmenokammion ja poistokammion, jotka ovat kammioita, jotka ovat virtaavaa ainetta kuljettavassa yhteydessä sisäänmenoaukon ja vastaavasti poistoaukon kanssa, ja laite sisältää välineet sulkunesteen kuljettamiseksi sisäänmenokammioon ja pois poistokammioista.

10 Kun laitetta käytetään pyörimisliikkeessä, sulkuneste virtaa pitkin spiraaliuraa sisäänmenoaukosta poistoaukkoon.

Keksinnössä laite on rakennettu siten, että kantopintojen sovite on välyksellinen tiukka sovite (tight running clearance), välyksen tai raon pintojen välin ollessa tarpeeksi pieni, ja välipaikkojen leveyden kierroksien välissä ollessa tarpeeksi laaja,
15 jotta varmistetaan hydrodynaamisen kalvon aikaansaaminen ja pysyminen kantopintojen välillä.

Kantopinnat ovat edullisesti kartiomaisesti suppenevia, ja joko roottori tai staattori on tehty aksiaalisesti siirrettäväksi kartioon ja pois kartiosta.

20 Tekniikan taso sisältää rakenteet, joissa ruuvikierrettä käytetään pakottamaan prosessiväliaine pois päin tiivistysholkin tiivisteestä. Kyseinen ruuvikierre toimii potkurin tavoin, tai Arkimedeen ruuvin tavoin, prosessiväliaineen ajamiseksi takaisin kohti siipipyöräkammiota ja sen sisään. Eräs esimerkki on esitetty patenttijulkaisussa US-3 558 238 (1971, Van Herpt).

25 Muut konventionaaliset rakenteet ovat käyttäneet Arkimedeen ruuveja kehittämään tarpeeksi suuren voiman saamaan holkin liukumaan aksiaalisesti pitkin akselielintä tarkoituksena keventää voimaa, joka vaikuttaa jousikuormitteisten tiivistepintojen välillä. On järjestetty siten, että reaktio kyseiseen voimaan toimii väliaineen ajamiseksi takaisin kohti siipipyörää. Täten, mitä nopeammin akseli pyörii, sitä enemmän väliainetta työnnetään takaisin pois päin tiivisteestä ja sitä enemmän tiivisteiden kontaktivoimaa vapautetaan.
30

Esimerkkejä sellaisista rakenteista on esitetty julkaisuissa US-3 746 350 (1973, Mayer+) ja US-4 243 230 (1981, Baker+).

Matalia uria ruuviviivojen muodossa on järjestetty tiivistepinnoille ja ne toimivat tiivistepinnassa olevan nesteen siirtämiseksi haluttuun suuntaan. Esimerkkejä on esitetty julkaisuissa US-4 290 611 (1981, Sedy), US-5 249 812 (1993, Volden+) ja US-Re.34 319 (1993, Boutin+).

- 5 Hyvin pienten säteittäisten välyksien käyttö pyörivien komponenttien välillä virtauksen edistämiseksi halutulla tavalla on esitetty julkaisussa US-5 372 730 (1994, Warner+).

Keksinnön lisäselvityksenä kuvataan nyt keksinnön esimerkkisuoritusmuotoja viittauksena ohien liitettyihin piirustuksiin, joissa:

- 10 kuvio 1 on sivukuvanto pumppumoottoriasennuksesta;
 kuvio 2 on poikkileikattu sivukuvanto laitteesta, joka on sopiva käytettäväksi kuvion 1 asennuksessa;
 kuvio 3 on kuvion 2 kanssa samankaltainen kuvanto eräästä toisesta laitteesta;
 kuvio 4 on kuvanto komponentista, joka on sovelias käytettäväksi kyseisessä laitteessa,
 15 kuvio 5 on kuvanto eräästä toisesta laitteesta, joka on sopiva käytettäväksi asennuksessa;
 kuvio 6 on kuvanto eräästä toisesta sopivasta laitteesta;
 kuvio 7 on piirikaavio,
 20 kuvio 8 on kuvanto eräästä toisesta sopivasta laitteesta;
 kuvio 9 on kuvanto eräästä toisesta sopivasta laitteesta;
 kuvio 10 on kuvanto eräästä toisesta sopivasta laitteesta;
 kuvio 11 on kuvanto laitteesta, esitettynä asennettuna muiden rakenteiden kanssa;
 kuvio 12 on kuvanto eräästä toisesta laitteen piiristä;
 25 kuvio 13 on kuvanto eräästä toisesta komponentista, joka on sopiva käytettäväksi kyseisessä laitteessa.

- Oheisissa piirustuksissa esitetyt ja jäljempänä kuvatut laitteet ovat esimerkkejä, jotka toteuttavat keksinnön. On huomattava, että keksinnön suoja-ala on määritelty ohien liitettyjen vaatimuksien avulla eikä välttämättä esimerkkisuoritusmuotojen määrättyjen tunnuspiirteiden avulla.
 30

Kuvio 1 esittää pumppumoottoriasennuksen. Sähkömoottori 20 on asennettu perusrungolle 23, jonka päälle on myös asennettu laakerin kotelo 25 ja keskipakopumppu 27. Moottorin ankkuri on kytketty pumpun käyttöakseliin 29 kytkimen 30 kautta.

Pyörivä akseli 29 on tiivistetty tiivistysholkissa 32. Esillä oleva keksintö kohdistuu kyseisen tiivistysholkin rakenteeseen.

5 Kuvio 2 esittää keksinnön erään version sovitettuna pumpputiivistysholkkitalanteeseen. Pumpun siipipyörä 34 on kiilattuna akselille 29. Pyörivä sisäholkki 36 on myös kiilattu akselille 29. Staattinen ulkoolkki 38 on kiilattu pumpun 27 koteloon 40.

10 Ulkoolkin 38 sisäpinta 42 on tasainen. Pyörivän holkin 36 ulkopinta 43 on varustettu (yhdellä ainoalla) spiraaliuralla 45. Uran 45 vasemman käden puoleinen aukko 47 avautuu sisäänmenokammioon 49. Uran 45 oikean käden puoleinen aukko 50 avautuu poistokammioon 52.

Sisäänmenokammio 49 on suljettu ulospäin tavanomaisen kumisen huulityyppisen tiivisteiden 54 avulla. Sisäänmenokammio 49 on liitetty sulkunesteen lähteeseen portin 56 kautta. Poistokammio 52 avautuu siipipyöräkotelon 40 sisäpuolelle, so. avautuu prosessiväliaineeseen, jota pumpataan pumpulla 27.

15 Sisempi ja ulompi holkki, roottori ja staattori, tiivistetään akselin ja vastaavasti kotelon suhteen 0-renkaiden 58 avulla.

20 Käytössä akselia 29 käytetään pyörimisliikkeessä sähkömoottorin avulla, jolloin holkki 36 pyörii. Täten ura 45 pyörii ja sen spiraalimuoto merkitsee sitä, että uraan sijoitettu nestemolekyylit kuljetetaan pitkin uraa. Moottorin 20 pyörimissuunta on järjestetty olemaan sellainen, että molekyylit kuljetetaan oikealle (piirustuksien suuntauksessa); so. sisäänmenokammioista 49 kohti poistokammioita 52.

25 Spiraaliuran 45 toiminta ajamalla sulkunesteen molekyylejä oikealle toimii korkeamman sulkunesteen paineen muodostamiseksi poistokammioon 52 kuin sisäänmenokammioon 49. Itse asiassa sulkunesteen paine sisäänmenokammiossa, jossa sisäänmenoneste poimitaan uran avulla, voi olla ilmakehän paine tai suunnilleen ilmakehän paine; paine poistokammiossa, jossa sulkuneste poistuu urasta, voi, spiraaliuran vaikutuksesta, ylittää prosessiväliaineen paineen.

30 Sellaisenaan holkkien 36 ja 38 pari toimii erittäin tehokkaana tiivisteinä prosessiväliaineen tiivisteholkin 32 läpi tapahtuvia ulosvotoja vastaan. Niin kauan kuin akseli 29 jatkaa pyörimistään, ja sulkunesteen varasto on olemassa portissa 56, poistokammio 52 täyttyy paineistetulla sulkunesteellä.

Vaikka prosessiväliaine olisi eteenpäin siirtymätön (dead-headed) (so. prosessiväliainetta poispäin pumpusta kuljettava poistoputki on tukkeutunut) holkit 36, 38, spiraaliuran avulla, toimivat yhä sulkunesteen pumpaamiseksi poistokammioon 52.

5 Mikäli pumpulle johtava sisäänmenoputki tukkeutuisi, jolloin pumpun sisäosa tai siipipyöräkammio on altis tyhjölle ja kavitoi, sulkunestettä pumpataan edelleen läpi poistokammioon. Päinvastoin joissakin konventionaalisissa rakenteissa kavitaatio pumpun sisäänottolinjassa voi johtaa nesteiden imemiseen pois tiivistysholkista, kavitaatioon tiivistysholkissa, ja siitä seurauksena olevaan tiivistysholkin tiivistyskyvyn huononemiseen.

10 Sulkuneste voidaan helposti pitää puhtaana (esimerkiksi suodattamalla), ja sulkuneste pakotetaan uran 45 poistoaukosta 50. Tämän vuoksi holkit 36, 38 ja pinnat 42, 43 pidetään vapaina missä tahansa kovista hiukkasista, joita voi esiintyä prosessiväliaineessa. Prosessiväliaine on usein likaista ja se voi sisältää kovia hiukkasia tai muita haitallisia materiaaleja mutta lika suodatetaan pois, ennen kuin prosessiväliaine voi työntyä uraan tai pintoihin 42, 43.

Sulkuneste täyttää uran 45 ja muodostaa myös hydrodynaamisen kalvon, joka pysyy ulomman holkin 38 sisäpinnan 42 ja sisemmän holkin 38 ulkopinnan 43 välissä; tai ainakin pinnan 42 ja pinnan 43 välipaikkojen 43A välillä, jotka välipaikat sijaitsevat uran 45 kierroksien välissä.

20 Sulkuneste syötetään sisäänmenokammioon 49 ja vedetään uran sisäänmenoaukkoon 47. Tämän seurauksena mikään osa laakeripinnasta, so. pintojen 42, 43 pyyhkäisemästä alueesta, ei ole kuivana. Itse asiassa mikään laakeripinnan osa ei ole kuiva, vaikka pumppu kavitoisi (so. ei imisi mitään prosessiväliainetta).

25 Sulkuneste syötetään porttiin 56 ilmakehän paineessa tai suunnilleen ilmakehän paineessa. Sulkunestettä ei tarvitse esipaineistaa tiivisteholkin ulkopuolella prosessipainetta korkeampaan paineeseen: spiraaliuran 45 vaikutus toimii sulkunesteen paineistamiseksi. Itse asiassa portti 56 voi olla liitettyä syöttöputkeen, joka yksinkertaisesti uppoaa sulkunesteen säiliöön, ja säiliössä olevan nesteen korkeustaso voi olla portin korkeustason alapuolella, jolloin sulkuneste vedetään sisäänmenokammioon 30 49 hieman ilmakehän painetta alemmassa paineessa. (Huulitiiviste 54 olisi tällöin valittava sillä perusteella, että se tukee lievää tyhjöä.)

Kuviossa 2 esitetyn pyörivän spiraaliuran vaikutuksen rajoitus on se, että kun prosessiväliaineen paine tulee liian suureksi, sulkuneste ei voi ilmestyä uran 45 poistoaukosta 40.

Niinpä, mikäli prosessiväliaineen paine on korkeampi kuin uran kehittämä paine, prosessiväliaine pyrkii työntymään välipaikkojen 43A ja pinnan 42 väliseen rajapintaan ja muodostamaan sen oman hydrodynaamisen kalvon. Tämä kalvo voi sitten hajota, tai tulla puhalletuksi pois, erityisesti, jos prosessiväliaineella on alhainen viskositeetti tai voitelevuus.

Mitä pienempi vapaa väli pintojen 42, 43 välillä on, sitä korkeampi paine vaaditaan hydrodynaamisen kalvon siirtämiseksi. Sylinterimäisten (so. ei-suppenevien) pintojen 42, 43 tapauksessa ei ole käytännössä mahdollista pienentää kyseisten pintojen välistä välystä alle noin 0,1 mm tai enemmän, mikäli odotettavissa on voimakas käyttö.

Tällaisen raon avulla ja käyttäen voiteluöljyä sulkunesteenä on joskus havaittu mahdolliseksi spiraaliuran ajavan nestettä poistokammioon paineissa, joiden suuruus on monta kymmentä psi:tä, esim. 80 tai 100 psi (100 psi = 690 kN/m²). Sellaiset paineet voivat olla tarpeeksi varmistamaan, että mitään prosessiväliaineen vuotoa ei voi tapahtua, vaikka pumppu olisi eteenpäin siirtämättömässä tilassa (dead-headed).

Kuitenkin, kun sulkunesteellä on voiteluöljyn viskositeettia pienempi viskositeetti, on havaittu, että huomattavasti alhaisempia paineita voidaan avustaa, kun välyys on niin suuri kuin 0,1 mm. Kun esimerkiksi vettä käytetään sulkunesteenä, on havaittu, että painetta poistokammiossa ei voida saada nousemaan enemmän kuin 2 tai 3 psi sisäänmenokammion paineen yläpuolelle. Tämä ei ole tarpeeksi suuri suojaamaan prosessiväliaineen vuodolta spiraaliuraan ja laakerirajapintaan.

Kuvion 2 rakenteessa sulkuneste, tultuaan esiin poistokammioon 52, työntyy prosessiväliaineeseen. Tämän vuoksi kuviossa 2 sulkunesteen on oltava nestetyyppiä, jota voidaan sietää prosessiväliaineessa. Vaikkakin sulkunesteen määrä, joka työntyy prosessiväliaineeseen, on pieni, verrattuna pumpun avulla pumpattavan prosessiväliaineen virtausnopeuteen, monissa tapauksissa prosessiväliaine on sellaista, että ei voida sallia voiteluöljyn, tai muun viskoosin nesteen, työntyvän prosessiväliaineeseen edes mitättömän pieninä määrinä.

Monissa teollisissa pumppuasennuksissa pumpun kautta pumpattava prosessiväliaine on vettä tai vesipohjaista nestettä. Usein voiteluöljyä (edes sen pieniä määriä) ei voida sietää vedessä. mutta kantopintojen välisellä välyksellä suuruudeltaan 0,1 mm vesi sinänsä on lähes käyttökelvoton sulkunesteenä. Jotta muodostettaisiin hyödylliset paineet poistokammiossa 52, kun vesi on sulkunesteenä, tarvitaan paljon pienemmät välykset kuin 0,1 mm. Mutta sylinterimäisiä pintoja, jotka on järjestetty

- uros-naaras-laakerirakenteeksi, edes kun ne tehdään suurella tarkkuudella, ei käytännössä voida käyttää tätä pienemmillä välyksillä. Sylinterimäiset pinnat voivat olla sallittuja tapauksessa, jossa voiteluöljyn pienet määrät voidaan sietää prosessiväliaineessa mutta tämä esiintyy vain hyvin pienessä pumppuasennuksien osuudessa. Niillä on niukasti käyttöä, kun sulkunesteenä on vesi.

- 5 Kuviossa 2 kyseinen (tasainen) staattoriholkki 38 on kiinnitetty koteloon mutta roottoriholkki 36 on vapaa liukumaan aksiaalisesti akselilla 29 (vaikkakin se on kiilattu pyörimään yhdenmukaisesti akselin kanssa). Jousi 65 pakottaa roottoriholkin kartioon.
- 10 Suppenevat pinnat 43, 43 on limitetty yhteen yhteensovitettuna parina siten, että niiden välinen sovite on erittäin hyvä koko kyseisten pintojen pyyhkäistyn liittymäpinnan, tai laakeripinnan, yli.

- 15 Kuviossa 2 pyörimisen aikana muodostuu hydrodynaaminen kalvo itsestään kartio- maisten pintojen välille. Hydrodynaaminen kalvo voi olla niin ohut tai paksu kuin sen tarvitsee olla, kuten määrätty sulkunesteen viskositeetin, prosessipaineen, pyörimisnopeuden, uran mittojen jne. johdosta. On havaittu, että jopa silloin, kun sulkuneste on vettä, jolla on vain hyvin pieni viskositeetti ja voiteluominaisuudet, kalvo voi muodostua pintojen 42, 43 väliin ja suurehko paine voidaan kehittää poistokammiossa 52.

- 20 Itse asiassa on havaittu, että paineet 60 psi tai korkeammat voidaan helposti saavuttaa poistokammiossa, pumpun ollessa eteenpäin siirtämätön, kun sulkunesteenä on vesi. On myös havaittu, normaalin pyörimisen aikana, että hydrodynaamisella kairalla on sellainen kestävyys, että pitkien käyttöajanjaksojen jälkeen ei ole mitään merkkejä suorasta kosketuksesta pintojen 42, 43 välillä.

- 25 Kuitenkaan suoraa kosketusta pintojen 42, 43 välillä ei voida jättää pois laskuista ja holkit on tehtävä sellaisesta materiaalista, joka mukautuu tilapäiseen kosketukseen ilman kiinnileikkautumista, rasvaamista, hiukkasten mukaantarttumista (pick-up), jne. Yksi holkki voi olla esimerkiksi valurautaa ja toinen pronssia. Tai voidaan käyttää muovisia laakerimateriaaleja, kuten PTFE.

- 30 Itse asiassa jopa veden kanssa, hydrodynaamisen kalvon, joka syntyy pintojen 42, 43 väliseen liittymäpintaan, vaikkakin se on hyvin ohut, on kuitenkin havaittu olevan tarpeeksi luja, jotta liittymäpinta voi toimia varsinaisena liukulaakerina siipipyörän akselille 29.

Kuvio 2 esittää käsitteellisen laakerin 67, joka on sijoitettu laakerikoteloon 25 ja joka, tavanomaisessa asennuksessa, on huomattavan välimatkan siipipyörän takana. So. siipipyörä 34 on asennettu akselin pitkän ulkoneman päähän. Sellaisenaan siipipyörä voi olla taipuvainen ajanjaksoltaan ja amplitudiltaan kiusalliselle värähtelylle.

- 5 Voidaan ajatella, että holkit 36, 38 voivat toimia laakeroinnin avustajana: so. että holkkien avulla muodostettu laakeri voi toimia avustamaan laakeria 67 vaimentamalla osan liiallisista värähtelyistä. Kuitenkin on havaittu, että laakerista 67 voidaan jopa luopua useimmissa tapauksissa. Jopa silloin, kun sulkuneste on vesi, pumpun akseli ja siipipyörä ovat riittävästi tuetut holkkien avulla muodostetun laakerin avulla.

10 Eräs syy tähän erinomaiseen tukeen on siinä, että laakeri on niin lähellä siipipyörää. Kuviossa 2 ei tarvitse olla mitään järjestelyä erillistä tiivisteholkin tiivistettä varten, minkä avulla laakeri olisi sijoitettava siipipyörästä vähintään tiivisteiden leveyden verran: kuviossa 2 tiivisteholkin tiiviste ja laakeri ovat yksi ja sama.

- 15 Vaikka pumppu kavitoisi sisäänotossa, mitkään epätasapainossa olevat kuormitukset ja muut väärät värähtelyjä indusoivat tilanteet, jotka voisivat esiintyä, eivät aiheuta akselin ja siipipyörän värähtelypoikkeamia, koska laakeri on niin lähellä siipipyörää. Akseli pyörii tasaisesti ja rauhallisesti olosuhteissa, joiden voitaisiin olettaa aiheuttavan perinteisen pumpun täristävän tiivistysholkkinsa tiivisteiden vuototilaan.

- 20 Spiraaliura suppenevassa holkissa palvelee sulkunesteen ajamiseksi pitkin uraa sisäänmenoaukosta poistoaukkoon. On ymmärrettävä, että sulkunesteen kulkema matka per uran kierros vaihtelee kartiokkuudesta johtuen: uran kierroksen rengaspituus kartion ohuessa päässä on pienempi kuin kierroksen rengaspituus paksussa päässä.

- 25 Tämän sallimiseksi suunnittelijan on järjestettävä, että ura tulee hieman suuremmaksi poikkileikkauspinta-alaltaan kohti kartion ohutta päätä pienentyneen rengaspituuden kompensoimiseksi. Kuvio 3 osoittaa, kuinka ura 70 voi olla leikattu hieman syvemmäksi ohuessa päässä.

- 30 Holkit ja ura, sekä moottorin pyörimissuunta on asetettava siten, että ura ajaa sulkunesteen kohti siipipyörää. Näin tehtäessä, kuten esitetty kuviossa 4, suunnittelija voi järjestää holkit 72, 73 ajamaan sulkunesteen kohti kartion paksua päätä. Jälleen uran 70 tulee olla hieman suurempi pinta-alaltaan (leikattu hieman syvemmäksi) ohuimmassa päässä tasoittamaan väheneminen rengaspituudessa.

Eräissä toisessa variaatiossa (ei esitetty) roottoriholkki voi olla ulompi holkki ja staattori sisempi holkki. Tässä tapauksessa ura tulisi sijoittaa ulkoholkin sisäpinnalle, joka on paljon vaikeampi valmistaa kuin uran sijoittaminen ulkopinnalle. Kuitenkin parhaan hydrodynaamisen vaikutuksen aikaansaamiseksi suunnittelija voi toisinaan asettaa etusijalle järjestää urat (joko spiraalit tai renkaat) ulomman, staattoriholkin, kuten holkki 38 kuviossa 2, sisäpintaan.

Voi olla suotavaa suojata järjestelmä prosessiväliaineen vuotoa vastaan myös, kun moottori lakkaisi pyörimästä. Esimerkiksi kuvion 2 järjestelmä sallisi prosessiväliaineen vuotamisen takaisin spiraaliuraan, mikäli pyöriminen lakkaisi. Jotta suojattaisiin vuotoa vastaan, kun moottori pysähtyy, kuten esitetty kuviossa 5, huulitiiviste 74 on järjestetty poistokammion 52 ja pumppukotelon 40 sisäosan tai siipipyöräkammion välille.

Normaalikäytön aikana poistokammiossa 52 kehitetty paine ylittää siipipyöräkammiossa kehitetyn paineen ja huulitiiviste puhalletaan auki sallien sulkunesteen virtaavan siipipyöräkammioon. Kun pyöriminen lakkaa, tällöin siipipyöräkammiossa vallitseva korkeampi paine pakottaa huulitiivisteen sulkeutumaan estäen täten siipipyöräkammiossa olevaa väliainetta työntymästä poistokammioon.

Kuvio 6 esittää vielä erään tavan, jolla komponentit voidaan tehdä. Tässä roottoriholkki 76 on muodostettu yhtenäisesti siipipyörän 78 kanssa. Ulompi, staattoriholkki 80, on jousikuormitettu kartioon. Voidaan huomata, että ainoastaan yksinkertainen tasainen halkaisija 79 on tarpeen järjestää tiivistysholkkikoteloon ilman olaketta siipipyörän puoleisessa päässä.

Eräänä vaihtoehtona kuviolle 6 (ei esitetty) staattoriholkki voi olla rakennettu tiivistysholkkikotelon sisälle. Kuitenkin holkkien ollessa suppenevat, ei ole suositeltavaa, että rakennetaan sekä roottoripinta siipipyörään että staattoripinta koteloon, koska yhden näistä pinnoista on oltava vapaa liukumaan aksiaalisesti, mikäli kartion etu on tarkoitus realisoida.

Kuvatuissa kokoonpanoissa, edellyttäen, että sulkunesteellä on riittävä viskositeetti ja voitelevuus, kokoonpanon voidaan olettaa antavan erittäin luotettavan tiivistyksen prosessiväliaineen kaikkia olosuhteita vastaan, joiden odotetaan tulevan vastaan käytännön asennuksessa. Kuitenkin on tärkeää huomata, että mikäli sulkunesteen syöttö epäonnistuisi, uran sisäänmenoaukko pyörii kuivana, ja sitten koko laakeripinta pintojen välissä voi käydä kuivana, tai tämän pinnan osat voivat käydä kuivina. Mikäli tämä tapahtuu, paine poistokammiossa 52 putoaa, sallien mahdollisesti prosessiväliaineen työntyvän spiraaliuraan ja jopa vuotavan ulos (vasemmalle) ti-

vistysholkin tiivisteistä. Pintojen käydessä kuivana, tai osittain kuivana, niiden toiminnallinen elinaika alenee huomattavasti.

Tämän vuoksi suunnittelijan on huolehdittava siitä, että sisäänmenokammio 49 ei käy milloinkaan sulkunesteestä kuivana.

- 5 Sopivissa tapauksissa sulkuneste voidaan ottaa prosessiväliaineesta. Tämä voidaan tehdä luonnollisestikin, mikäli prosessiväliaine on voitelevaa öljyä mutta jonkin muun tyyppiset esteet ovat myös soveliaita.

- 10 Voidaan ajatella, että prosessiväliaineen ollessa voiteluöljyä, ei olisi väliä, mikäli sisäänmenokammio 49 (kuvio 2) kävisi kuivana, koska tällöin prosessiväliaine työntyisi uraan 45 poistopäästä ja voitelisi laakerirajapinnan. Kuitenkin, mikäli sisäänmenokammio kävisi kuivana, niin, vaikka prosessiväliaine on voiteluöljyä, prosessiväliaineen ei voida olettaa saavuttavan ja kostuttavan pintojen koko pyyhkäistyä aluetta, minkä johdosta pintojen kuivakosketusta ei voida jättää pois laskuista. Varmistamalla, että sisäänmenokammio 49 pidetään täytettynä, suunnittelija varmistaa, että hydrodynaaminen kalvo pidetään vahingoittumattomana ja pinnat eivät kosketa.

- 20 Kuvio 7 esittää järjestelmän varmistamaan, että sisäänmenokammio pidetään täytettynä sulkunesteellä. Tässä tapauksessa sulkuneste on johdettu prosessiväliaineesta putkijohdon 83 kautta ja lisäksi myös erillisestä syöttölähteestä 85. Syöttöä kontrolloidaan venttiilien avulla, kuten esitetty, jotka voivat olla tarpeenmukaisesti manuaalisesti tai automaattisesti kontrolloituja.

Sulkuneste kulkee lämpötilaohjaimen 86 ja suodattimen 87 läpi. On tärkeää, että sulkuneste suodatetaan puhtaaksi, koska kovien hiukkasten jyväset, jotka ovat jääneet ansaan kantopintojen väliin, voivat pilata hydrodynaamisen kalvon itseylläpitävän ominaisuuden.

- 25 Sulkunesteen painetta sisäänmenokammiossa 49 kontrolloidaan paineensäätimen 89 avulla. Vaihtoehtoisesti voi olla järjestetty, että painetta sisäänmenokammiossa kontrolloidaan ottamalla sulkunestettä nesteen pinnantasosta. Pinnantasoon korkeus määrittää painekorkeuden tai paineen.

- 30 Tähän mennessä kuvatuissa rakenteissa on ollut tilanne se, että sulkunesteen voidaan sallia vuotavan prosessiväliaineeseen ja itse asiassa, että prosessiväliaine on sulkunesteen lähde. Kuitenkin, vaikkakin tämä on yksinkertaisin asennus mekaanisesti järjestää, sen soveltuvuus ei ole niin tavallista. Enimmäkseen on tarpeen, että

prosessiväliainetta ei laimenneta sulkunesteen johdosta, ja prosessiväliaine ei myöskään useimmiten ole sopiva käytettäväksi sulkunesteenä.

5 Kuvio 7 esittää myös välineet sulkunesteen kontrolloimiseksi siinä tapauksessa, että sulkuneste on pidettävä erillään prosessiväliaineesta. Kun kyseiset kaksi ainetta ovat erillään, lisäainetta voidaan lisätä sulkunesteeseen, kuten halutaan, erityisesti kun sulkuneste on vesipohjainen, jotta lisätään sen viskositeetti- ja voitelevuusominaisuuksia. Sulkuneste uudelleenkierrätetään ottamalla nestettä poistokammioista putken 82 kautta samalla kun säilytetään paine poistokammiossa halutussa arvossa säätimen 84 avulla.

10 Selätysten olevat huulitiivisteet voidaan järjestää siipipyöräkammion ja poistokammion välille yhden huulitiivisteiden 74 asemasta (kuvio 5). Vastaavasti selätysten olevat huulitiivisteet voidaan asemoida suppenevien holkkien toiseen päähän tiivistämään sisäänmenokammio 49 (kuvio 2) vuodoilta sekä sisäänpäin että ulospäin.

15 Huulitiivisteet voivat tukea ainoastaan muutaman psi:n paine-eroja. Tämän vuoksi on tärkeää suojata tiivisteet suurilta paine-eroilta. Tämä tehdään paineensäätimen avulla, kuten esitetty, edullisesti automaattisesti. Paineita poistokammiossa 52 verrataan siipipyöräkammiossa 49 olevan paineen kanssa ja poistopainetta säädetään siten, että paine poistokammiossa on muutaman psi:n suurempi kuin paine siipipyöräkammiossa. Sitten, mikäli tiiviste pettäisi, prosessiväliaine ei voi vuotaa tiivistysholkkiin. Siinä tapauksessa, että prosessiväliaineen vuotaminen sulkunesteeseen on vähemmän tärkeää kuin sulkunesteen vuotaminen prosessiväliaineeseen, paine-ero voidaan järjestää päinvastaisesta, so. paine poistokammiossa 94 pidetään sitten muutaman psi:n alempana kuin paine siipipyöräkammiossa 92. Kuvion 7 piirissä kyseistä kahta painetta voidaan (automaattisesti) verrata, ja erolaskelmaa voidaan 20 käyttää säätämään, kohdassa 84, painetta poistokammiossa.

25 Paine poistokammiossa kehitetään spiraaliuran vaikutuksen avulla (tässä ei ole mitään ulkopuolista painelähdettä) ja luonnollisestikin suunnittelijan tulee huolehtia siitä, että spiraaliuran paineenkehityskyky on riittävä - kun tiedetään sulkunesteen viskositeetti, pyörimisnopeus ja loput parametreista. Mikäli spiraaliura kykenee 30 ainoastaan toimittamaan esimerkiksi 60 psi, tällöin, mikäli prosessipaine saattaa nousta arvoon 100 psi (esimerkiksi kärkipään etenemisen ollessa estyneenä (dead-heading)), tiiviste 90 pettää.

Vastaavasti huulitiivisteitä 49 ei tule altistaa enemmän kuin muutamalle psi:lle, ja jälleen paineensäädin 69 kontrolloi sisäänmenokammion painetta. (Kuten mainittu

aiemmin, paine sisäänmenokammiossa voi vaihtoehtoisesti olla kontrolloituna ottamalla sulkunestettä kontrolloidusta nestekorkeuden tasosta.)

5 Kun nämä ennakkotoimet suoritetaan, sulkuneste kierrätetään pitkin piiriä, joka on täysin erillään prosessiväliaineesta. Erotettu sulkuneste suodatetaan ja sen lämpötilaa ja muita ominaisuuksia kontrolloidaan.

10 Voidaan huomata, että sulkuneste, joka on johdettu putken 82 kautta ja joka kierrätetään piirin ympäri on koko nestemäärä, joka kulkee spiraaliuran läpi. Aiemmissa toteutuksissa, joissa (ulkopuolisesta paineistettu) sulkuneste on erikseen kierrätetty, kierrätys on ollut ohivirtauspohjalla. Kuviossa 9 koko se sulkuneste, joka kulkee pitkin spiraaliuraa, kulkee putkiin 82 ja uudelleenkierrätetään.

Kuten mainittu, elastomeeriset huulitiivisteet voivat tukea ainoastaan muutamaa psi:tä ja kun tämä ei ole tarpeeksi hyvä tai kun huulitiivisteet eivät ole soveliaita muista syistä, ne voidaan korvata mekaanisilla tiivisteillä.

15 Kuvio 8 esittää erään esimerkin tiivistysholkista, joka on varustettu kahdella mekaanisella tiivisteellä 105, 107. Tiivisteet on sijoitettu kumpaankin päähän kartiomaisen holkkien 108, 109 yhteensovitettua paria, spiraaliuran ollessa muodostettuna sisemmän, roottoriholkin 109 ulkopintaan. Sisempi holkki 109 on kiilattu kohdassa 20 120 pyörimään akselin 123 kanssa ja se voi liukua pitkin akselia. Sisäänmeno- ja poistokammiot 125, 127 on muodostettu komponenttien järjestelyjen avulla, ja putket 128, 129 kuljettavat sulkunesteen kammioiden läpi ja spiraaliuran läpi.

Ymmärretään, että holkit ja tiivisteet, kuten esitetty kuviossa 8, käsittävät patruunan, joka voidaan tehdä sopivana alikokoonpanona, joka on sovelias asennettavaksi, integroituna yksikkönä, tiivistysholkkikoteloon 130.

25 Kuvio 9 esittää erään toisen järjestelmän, joka käyttää mekaanisia tiivisteitä. Tässä tapauksessa holkkien kartiomainen liityntäpinta on suunnattu toisella tavalla: ylimääräistä tilaa sisäpuolella, joka on nyt sisemmän holkin 132 paksu pää (so. oikean käden puoleinen pää kuviossa 9) käytetään majoittamaan yhden mekaanisista tiivisteistä 134. Tämä sallii kyseisen tiivisteiden ja holkkien yhteisen kokonaispituuden pitämisen minimissä. Sikäli kuin holkkien pari merkitsee liukulaakeria pyörivälile akselille 135, on tärkeää, että akselin ja siipipyörän ulkonema laakerin yli on niin 30 pieni kuin mahdollista. Tiivisteiden 134 sijoittaminen holkin 132 sisäpuolelle avustaa tässä. Ei ole niin tärkeää, että toinen mekaaninen tiiviste 136 on lyhyt aksiaalisessa suunnassa.

Kuten kuviossa 9 on esitetty, toinen kammio 137 voi olla järjestettynä sisäänmenokammion 147 ulkopuolelle. Sulkunestettä käytetään voitelemaan laakereita 138 laakerikotelossa. Usein tämä ei kuitenkaan ole sovelias ja kuvion 10 järjestely on etusijalle asetettu.

- 5 Tiiviste 139 on asennettu käyttöholkille 140, joka on kiristetty akselille 135 kiristysruuvien 141 avulla. Käyttöholkin 140 oikean käden puoleinen pää on varustettu käyttöhampailla 142, jotka tarttuvat vastaaviin käyttöloviin sisäpuolisessa holkissa 143.

- 10 Kartiomaisten holkkien yhteensovitettu pari ja tiiviste 134 muodostavat ensimmäisen patruuna-alikokoonpanon, joka on sovelias asennusta varten koteloon 144; käyttöholkki 140 ja tiiviste 139 muodostavat toisen patruuna-alikokoonpanon, joka on tukittu akseliin 135 ja kannen 145 avulla pultattu koteloon 144.

- 15 Jälleen kuvio 7 esittää piirin sulkunesteen syöttämiseksi sisäänmenokammioon 147 (kuvio 9) ja sulkunesteen talteenottamisen poistokammioista 149. Kuten esitetty, tämä piiri on passiivinen, so. siinä ei ole mitään energian sisäänsyöttöä (lukuunottamatta sitä, että voidaan järjestää mahdollisuudet nesteen jäädyttämiseksi/kuumentamiseksi). Voi olla järjestetty siten, että prosessiväliaineen painetta tarkkaillaan ja verrataan poistokammiossa olevan paineen kanssa, jotta varmistetaan, että tiivistysosa 34 ei altistu väärälle paine-erolle.

- 20 Voidaan huomata, että sulkunesteen kierrätys holkkien välillä ja sisäänmeno- ja poistokammion läpi toimii myös mekaanisten laakereiden huuhtomiseksi mistä tahansa liasta ja jätteistä, jotka voivat muodostua kammioihin. Tavanomaiset mekaaniset tiivisteet on usein varustettu huuhtelu- ja kuivatusvalmiuksilla jätteiden puhdistamiseksi: sellaiset valmiudet ovat automaattisesti läsnä esillä olevassa tapauksessa ilman tarvetta energian syöttämiseen, ja käytännöllisesti katsoen ilman mitään tarvetta.

- 30 Voidaan huomata, että sisempi holkki 132; 143 (kuvio 9; kuvio 10) on vapaa liukumaan aksiaalisesti akselilla 135, ja että jousi 150 (kuvio 10) pakottaa sisemmän holkin vasemmalle, so. entistä syvemmälle kartioon. Kuitenkin jousen 150 ominaispiirteet on valittu pääasiallisesti mekaanisen tiivisteiden 134 vaatimuksien perusteella. Voidaan ajatella, että voimaa, jolla kartiomaaisia holkkeja työnnetään yhteen, tarvitsee kontrolloida tiukasti tiukkojen rajojen välillä. Kuitenkaan näin ei ole asianlaita. Hydrodynaaminen kalvo, joka muodostuu kartiomaisten pintojen välille, on erittäin lujatekoinen. Kun kalvo on syntynyt pintojen väliin, pintoja yhteenpakottavan voiman lisäyksellä on vähäinen vaikutus saamaan pinnat tosiasiallisesti liikkumaan toi-
- 35

siaan kohti. samalla kun voima, joka tarvitaan fyysisesti puhkaisemaan kalvon ja sulkemaan pinnat yhteen kosketuksissa olevaan kontaktiin, on huomattava. Täten kalvon täyttämä rako kartiomaisten pintojen välissä on itseasettuva ja itsepidättävä suuressa määrässä, vaikkakin voima, joka työntää pintoja yhteen, voi vaihdella, tai voi olla asetettu mekaanisten tiivisteiden vaatimuksien avulla.

Aksiaalisesti siirrettävä holkki 132 on altis paineelle poistokammiossa 149, joka, kuten jousi 150, toimii myös holkin 132 pakottamiseksi syvemmälle kartioon.

On mainittu, että holkkien pari muodostettuna spiraaliuralla toimii liukulaakerina siipipyöräakselia varten. Tavanomaisten tiivistysholkkityyppisten pumppujen tapauksessa, kun akselilaakerien (sijoitettuna laakerikoteloon 25) vaatimuksia määritettiin, yksi avaintekijöistä laskelmissa oli sen ulottuman pituus, jonka siipipyörä ulottuu laakerin yli.

Tämä ulottuma määritti värähtelyjen ajanjakson ja amplitudin, jotka voitiin kohdata, ja jotka laakerin oli hillittävä. Esillä olevassa tapauksessa tämä ulkonema on kuitenkin käytännöllisesti katsoen nolla (vähemmän kuin akselin halkaisija). Tämän vuoksi, kun akselilaakeri muodostetaan holkkien avulla, jotka on sijoitettu hyvin lähelle siipipyörää, laakerin kuormitus on merkittävästi vähempi kuin kuormitus, joka normaalisti kohdataan pumppulaakereissa, joiden on huolehdittava ulkonema-akseleista.

Täten kyseinen uusi rakenne ei pelkästään eliminoi laakerikotelon (kuten 25) tarvetta, yhdessä sen voitelu- jne. tarpeen kanssa, vaan lisäksi uusi rakenne asettaa huomattavasti vähemmän kuormitus- ja käyttövaatimuksia itse laakerille.

Olettaen, että tavanomaisissa rakenteissa siipipyörää lähinnä oleva laakeri voi tyyppillisesti olla 15 cm tai 20 cm pois päin siipipyörästä, ei ole vaikeaa esillä olevan rakenteen avulla aikaansaada huomattava parannus. Suunnittelijan tulee sijoittaa laakerin liitäntäpinnat aksiaalisesti pitkin akselia, edullisesti korkeintaan noin yhden akselin läpimitan sisälle siipipyörästä.

Luonnollisestikin suunnittelijan tulee huolehtia siitä, että varaudutaan tukemaan aksiaalisia työntövoimia pumpun akselilla, ja usein on sopivaa järjestää tukilaakeri pumppukotelon ulkopuolelle ja pumppukotelon ja kytkimen (kuten 30) välille tätä tarkoitusta varten. (Kytkimet eivät tavallisesti voi siirtää aksiaalivoimia.)

Kuvio 11 esittää erään järjestelyn, jossa ei pelkästään laakerikoteloa 25 ole eliminoitu vaan myös kytkin 30 moottoriakselin ja pumppuakselin välillä. Akseli 152 toimii

sekä sähkömoottorin 154 ankkurina että pumpun siipipyörän 156 käyttöakselina. Pumpun kotelo ja moottorin kotelo voivat olla pultatut yhteen yhdeksi yksiköksi, tarkasti koneistettujen putkimuhvin 158 toimiessa kohdistuksen varmistamiseksi. Koska tässä ei ole mitään kytkintä, aksiaaliset työntövoimat akselilla voidaan tukea tukilaakerin 160 avulla itse moottorikotelossa.

Kuvio 12 esittää kartiomaisten holkkien yhteensovitetun parin järjestettynä tiivistys/laakerirakenteena, missä ei ole mitään läpimenevää akselia. Roottori 163 on muodostettu nysänä.

10 Ulompi holkki 164 on kiilattu kohdassa 165 stationääriseen koteloon 167. Ulompi holkki voi uida aksiaalisesti (pystysuuntaisesti) kotelon sisäpuolella ja sitä painetaan ylöspäin jousilla 167.

15 Roottoriholkin 163 kartiomainen pinta on varustettu spiraaliuralla 169. Spiraaliuran vaikutuksen avulla, kun holkkia 163 pyöritetään, sisäänmenokammioon 170 syötetty sulkuneste pakotetaan alas poistokammioon 172 ja hydrodynaaminen voitelukalvo muodostetaan kartiopintojen välille.

Sisäänmenokammion 170 yläpää on tiivistetty tiivistysliitântäpinnan 174 avulla roottori- ja staattoriholkkien välissä. Tässä tiivistysliitântäpinnassa on hyvin vähän painetta, koska neste sisäänmenokammiossa 170 vedetään spiraaliuran 169 sisäänmenoaukkoon.

20 Kuvio 13 esittää kuvatuissa rakenteissa käytettyä tyyppiä olevan roottoriholkin 174. Holkkien testeissä havaittiin seuraavat suorituskyvyt.

Uroskartio **Holkki nro 1** (pyörii sileässä naarasholkissa):

- kartiokulma 20 astetta;
- halkaisija x 47,6 mm;
- 25 - halkaisija y 31,8 mm;
- pituus z = 44,4 mm;
- spiraaliura = yksinkertainen, leikkaus 2,03 mm leveä x 0,20 mm syvä;
- uran nousu = 6,35 mm kierrosten välillä;
- välipaikan leveys kierrosten välissä = 4,32 mm

Testi 1:

- neste = vesi 18 °C:ssa (viskositeetti = 1,15 senttistokea)

- pyörimisnopeus = 1750 rpm;

Tulos: kehitetty paine = 70 psi,

5 virtausnopeus = 2,2 l/h

Testi 2:

- neste = vesi 18 °C:ssa

- pyörimisnopeus = 3500 rpm;

Tulos: kehitetty paine = 100 psi,

10 virtausnopeus = 4,5 l/h

Testi 3:

- neste = vesi 18 °C:ssa - pyörimisnopeus = 1100 rpm;

Tulos: kehitetty paine = 40 psi,

virtausnopeus = 1,5 l/h

15 **Testi 4:**

- neste = SAE 30 min. öljy 18 °C:ssa, viskositeetti 50 senttistokea

- pyörimisnopeus = 1750 rpm;

Tulos: kehitetty paine = 300 psi,

virtausnopeus = 3,0 l/h

20 **Holkki nro 2** (sama kuin holkki nro 1, paitsi pituus z pienennetty 38 mm:iin koneistamalla ohut pää pois) (pyörii sileässä naarasholkissa).

Testi 5:

- neste = vesi 18 °C:ssa

- pyörimisnopeus = 1750 rpm;

25 Tulos: kehitetty paine = 60 psi,

virtausnopeus = 1,5 l/h

Holkki nro 3 (sama kuin holkki nro 1, paitsi pituus z pienennetty 31,6 mm:iin koneistamalla ohut pää pois) (pyörii sileässä naarasholkissa).

30

Testi 6:

- neste = vesi 18 °C:ssa
- pyörimisnopeus = 1750 rpm;
- Tulos: kehitetty paine = 50 psi,
- 5 virtausnopeus = 1,5 l/h

Holkki nro 4 (kuten holkki nro 1, paitsi kaksi uraa leikattuna, kunkin nousu 12,7 mm, väli paikan leveys kierrosten välissä = 4,32 mm) (pyörii sileässä naarasholkissa):

Testi 7:

- 10 - neste = vesi 18 °C:ssa
- pyörimisnopeus = 1750 rpm;
- Tulos: kehitetty paine = 32 psi,
- virtausnopeus = 5,4 l/h

Testi 8:

- 15 - neste = vesi 93 °C:ssa (viskositeetti 1,13 senttistokea)
- pyörimisnopeus = 1750 rpm;
- Tulos: kehitetty paine = 64 psi,

Holkki nro 5 (kuten holkki nro 1, yksi ura, paitsi uran syvyys kasvatettu 0,25 mm syväksi) (pyörii sileässä naarasholkissa):

20 **Testi 9:**

- neste = vesi 18 °C:ssa
- pyörimisnopeus = 1750 rpm;
- Tulos: kehitetty paine = 60 psi,
- virtausnopeus = 3,0 l/h

- 25 **Holkki nro 6** (kuten holkki nro 1, yksi ura, paitsi uran syvyys kasvatettu 0,30 mm syväksi) (pyörii sileässä naarasholkissa):

Testi 10:

- neste = vesi 18 °C:ssa
- pyörimisnopeus = 1750 rpm;
- Tulos: kehitetty paine = 45 psi,
- 5 virtausnopeus = 4,5 l/h

Holkki nro 7 (kuten holkki nro 1, yksi ura, paitsi uran syvyys kasvatettu 0,35 mm syväksi) (pyörii sileässä naarasholkissa):

Testi 11:

- neste = vesi 18 °C:ssa
- 10 - pyörimisnopeus = 1750 rpm;
- Tulos: kehitetty paine = 20 psi,
- virtausnopeus = 6,7 l/h

Testi 11:

- neste = melassi 18 °C:ssa
- 15 - pyörimisnopeus = 1750 rpm;
- Tulos: kehitetty paine = 500+> psi.

Testit 1, 2, 3 esittävät sen laajuuden, jonka lisääntynyt pyörimisnopeus antaa sekä suurempana paineena että suurempana virtauksena spiraaliurasta.

- 20 Testi 4 verrattuna testin 1 kanssa esittää paljon suuremman käytettävissä olevan paineen, kun öljyä käytetään nesteenä veden asemasta.

Testit 5, 6 verrattuna testin 1 kanssa: kukin 6,4 mm vähentäminen pituudessa osoittaa 10 psi putoamisen käyttökelpoisessa paineessa.

Testi 7 verrattuna testin 1 kanssa puolitetaan ja virtausnopeus kaksinkertaistetaan, kun käytetään kahta uraa, verrattuna yhteen uraan.

- 25 Testi 8 osoittaa, että kun vesi on lähes kiehuva, paineisyvyssä tapahtuu karkeasti 8 % putoaminen.

Testit 9, 10, 11 osoittavat paineen putoamisen, kun spiraaliura leikataan syvemmäksi. Kun neste on vettä, uran syvyys enemmän kuin noin 0,50 mm kehittää tuskin lainkaan painetta.

Testi 12 osoittaa, että kun neste on melassia, uran syvyys 0,50 mm tuotti yli 500 psi. Melassin yhteydessä kuitenkin tehtiin vähäinen vaikutus melassiin, kun urat olivat alle 0,3 mm syviä.

- 5 Testit myös esittivät, että viskoosit nesteet, kuten öljy, olivat paljon sietokykyisempiä muutoksille nopeudessa, uran syvyydessä jne. kuin vesi. Kuitenkin on selvää, että uralla, kuten kuvattu, on suuri suorituskyky paineen ja tilavuusvirtauksen tuottamisessa jopa silloin, kun neste on vettä.

- 10 Useimmissa tapauksissa vaatimuksena on, kun muodostetaan paine sulkunesteeseen tiivistysholkissa, että saavutetaan korkea paine. Itse asiassa usein vaatimuksena on, että sulkuneste on korkeammassa paineessa kuin prosessin väliaine.

Teoreettisesti ei olisi tarvetta suurelle tilavuusvirtausnopeudelle niin kauan kuin painetta kehitetään. Itse asiassa voidaan sanoa, että korkea virtausnopeus olisi haitallista, erityisesti mikäli virtaus vuotaa läpi prosessiväliaineeseen.

- 15 Kuitenkin on tärkeää, kun muodostetaan painetta sulkunesteeseen tiivistysholkissa, että välineet paineen muodostamiseksi ovat tarpeeksi vankat sallimaan tämän paineen muodostamisen, vaikkakin sulkuneste kierrätetään voimakkaasti tiivistysholkin läpi, ja vaikkakin tiivistysholkin tiivisteet voivat vuotaa.

- 20 Tässä yhteydessä voidaan tarkastella pyrkimyksiä paineen luomiselle käyttämällä kierremerkintöjä, kuten esitetty US-patentissa 4 290 611. Näillä kierremerkinnöillä voi olla potentiaalia paineen kehittämiseksi, mutta ainoastaan, mikäli virtaus on nollassa tai pelkän häivähdyksen tasolla. Paine muodostetaan ainoastaan, kun mitään vuotoa ei ole. Se mitä voi tapahtua, kun mitattavissa oleva vuodon määrä alkaa esiintyä tiivisteessä, mistä tahansa syystä, on, että paineenkehityskyky romahtaa, ja tiiviste avautuu välittömästi ja sallii runsaan vuodon.

- 25 Tätä ei haluta. Mekanismin paineen kehittämiseksi tulee olla joustava ja tarpeeksi vankka ylläpitämään sulkunesteen paineen, vaikka tiivisteet voivat vuotaa. On vain niukasti järkevää käyttää, mikäli prosessiväliaine voi purskahtaa suoraan läpi tiivistysholkiin niin pian kuin vähäinen vuoto alkaa kehittyä tiivisteessä prosessiväliaineen ja tiivistysholkin välillä.

- 30 Kuvatuissa rakenteissa tämä toivottu joustava paineenkehityksen vahvuuden määrä voidaan saavuttaa. Edellyttäen, että uran koon jne. parametrit on oikein räätälöity pyörimisnopeuteen ja sulkunesteen viskositeettiin nähden sulkuneste tunkeutuu ulos hetyttömästi ja jatkuvatoimisesti spiraaliuran poistoaukosta.

Useimmissa keskipakopumppujen asennuksien tapauksissa on tarpeeksi yksinkertaista suunnittelijan varmistaa, että tarpeeksi painetta on käytettävissä spiraaliurasta ylittämään mikä tahansa paine, joka voi esiintyä prosessiväliaineessa ja tekemään näin myös silloin, kun spiraaliura tuottaa virtausnopeuksia, jotka ovat suuruudeltaan 5 muutamia litroja per tunti.

On havaittu, että tämä suorituskyvyn taso voidaan saavuttaa, vaikka sulkunesteenä on vesi.

Suunnittelijan tulee tehdä spiraaliura oikeisiin mittoihin saavuttamaan haluttu paine ja virtaus.

10 Uraa ei tule leikata syvemmäksi kuin noin 0,4 mm, olettaen, että sen leveys on suunnilleen 2 mm. Yleisesti spiraaliuran tai urien kokonais- tai yhdistelmäpoikki-leikkauspinta-alan ei tule olla enempää kuin noin 1 mm^2 , ja edullisesti sen ei tule olla enempää kuin noin $0,5 \text{ mm}^2$.

15 Ura ei saa olla liian pieni. Pieni ura saattaisi yhä kyetä tuottamaan paineen mutta se ei olisi kykenevä toimittamaan riittävää tilavuusvirtausnopeutta tässä paineessa. Uran poikkileikkauspinta-ala noin $0,3 \text{ mm}^2$ on minimi, jonka alapuolella sulkunesteen virtausnopeus olisi riittämätön useimmissa tapauksissa.

Tämä pätee vedelle: ura voi olla noin kaksinkertainen pinta-alaltaan, kun nesteenä on öljy.

20 Voidaan huomata, että spiraaliura, kuten kuvattu, voi tuottaa sekä korkean paineen että samanaikaisesti muodostaa hyvän virtausnopeuden tässä paineessa. Tätä ei ole aiemmin saavutettu pumpun tiivistysholkkitalanteessa.

25 Uran yhden kierroksen tilavuus on tyypillisesti noin 0,06 ml: voidaan laskea, että kun neste virtaa uran poistoaukosta nopeudella 3 l/h (kuten tyypillisesti tapahtuu) tämä vastaa noin 0,03 ml nesteen syöttöä per pyörähdys, tai noin puolet uran yhden kierroksen tilavuudesta per pyörähdys.

Uran kokonaispituus sisäänmenoaukon ja poistoaukon välillä on tyypillisesti vähintään 50 cm tai 70 cm. 30 cm voidaan pitää miniminä. Mikäli uran kokonaispituus on liian lyhyt, painetta ei voi kehittää.

30 Avaintekijä keksinnön käytössä on hydrodynaamisen kalvon muodostamisessa pintojen välille. Käyntivällyksen tai raon pintojen välitä tulee olla tarpeeksi pieni, ja välipaikkojen spiraaliuran viereisten kierroksien välillä tulee olla tarpeeksi leveitä,

jotta varmistetaan se, että kalvo on lujatekoinen ja luotettava. Välipaikan leveys 4 mm kierroksien välillä on osoittautunut tyydyttäväksi. 2 mm voidaan pitää miniminä.

5 Kuten kuvattu tässä, kun pinnat ovat kartiomaisia, ja yksi kartiopinnoista on muodostettu holkille, joka liikkuu aksiaalisesti, suunnittelija voi lähteä siitä, että pinnasta pintaan oleva rako, joka määrittää kalvon paksuuden, voi olla hyvin pieni. Mitä pienempi rako on ja mitä leveämpi välipaikka, sitä suurempi paine-ero, joka voidaan tukea uran kierroksien välillä.

10 Mitä pidempi spiraaliura on, sitä suurempi on lopullinen paine, joka voidaan saavuttaa. Voidaan myös huomata, että pidempi ura on, sitä enemmän ura vastustaa takaisinvuotoa ja sitä suurempi ura voi olla poikkileikkauspinta-alaltaan, tinkimättä paineesta poistoaukossa, ja siten sitä enemmän tilavuutta voidaan siirtää pitkin uraa.

15 Havaitaan, että tyypillisen tiivistysholkin asennuksen mittaverhokäyrä on sellainen, että spiraaliuran koko, joka voidaan helposti sovittaa siihen, voi tuottaa enemmän kuin riittävän paineen ja tilavuusvirtausnopeuden yhdistelmän uran läpi.

Spiraaliuran rakenne merkitsee sitä, että vaikka mekaaniset tiivisteet pettäisivät, ja vaikka moottori lakkaisi pyörimästä, väliaine voi virrata ainoastaan uran läpi hyvin alhaisella virtausnopeudella. Ura voi olla 1 mm² pinta-alaltaan ja 50 cm pitkä, jonka läpi vuoto on vääjäämättä hidasta.

20 Kuten mainittu, toisinaan suunnittelijan on järjestettävä, että mitään prosessiväliaineen virtausta ei voi tapahtua, vaikka mekaaninen tiiviste poistokammion ja siipipyöräkammion välillä pettäisi (olettaen, että moottori jatkaa käymistään) olevan paineen olevan säädeltävissä paineeseen, joka on hieman suurempi kuin siipipyöräkammiossa oleva paine. Paineensäätimet on järjestetty tiivistysholkkikotelon ulkopuolelle ja kytketty kammioihin putkien avulla, kuten kuvattu.

25 Edullisesti suunnittelijan tulee huolehtia poistokammiossa olevan paineen automaattisesta säätämisestä arvoon, joka on juuri korkeampi kuin prosessiväliaineen paine siipipyöräkammiossa. Insinööri varmistaa tämän avulla, mikäli tiiviste vuotaisi, että sulkuneste virtaa poistokammioista siipipyöräkammioon sen sijaan, että prosessiväliaine virtaisi siipipyöräkammioista poistokammioon. Niin kauan kuin paine poistokammiossa pidetään korkeampana kuin prosessinesteen paine, prosessineste ei voi vuotaa poistokammioon ja siten ulkopuolelle.

Insinööri voi vaihtoehtoisesti päättää, että poistokammion paine, mikäli tämä on tarkoituksenmukaisempaa. Päänäkökohta paineiden asettamisessa on se, että poistokammiossa oleva paine tulee asettaa arvoon, joka ei eroa kovin paljon, riippumatta siitä, onko se korkeampi tai alempi, siipipyöräkammion paineesta.

- 5 Vastaavasti suunnittelija voi järjestää, että paine-ero pidetään samoin pienenä mekaanisen tiivisteiden poikki sisäänmenokammion ja ulkopuolen välillä. Prosessiväliaineen ja ilmakehän välisen kokonaispaine-eron dynaaminen kuormitus otetaan sitten spiraaliuralla, joka kulkee sisäänmenokammion ja poistokammion välillä. So. spiraaliuraa käytetään pitämään paine-erot tiivisteiden välillä minimissä. Mitä
10 pienempi paine-ero mekaanisen hankaustyyppisen tiivisteiden poikki on, sitä pidempi kyseisen tiivisteiden odotettu käyttöikä on.

- Insinööri voi säätää poistokammiossa olevan paineen tasoa, joka on juuri prosessipaineen alapuolella tai juuri sen yläpuolella. Vaikka prosessiväliaineen paine voi olla sitten korkea, ero mekaanisessa tiivisteessä on alhainen. Tämä on luonnollisestikin hyvä mekaanista tiivistystä varten mutta myös se seikka, että paine poistokammiossa on korkea, merkitsee sitä, että rajapintapaine kartiopintojen välillä on
15 myös korkea, mikä on hyvä pinoille, jotka toimivat laakerirajapintana.

- Kun prosessiväliaineen paine on korkea, so. enemmän kuin muutama psi, vaikkakin eropaine tiivisteessä voi olla alhainen, järkevä insinööri asettaa etusijalle, että prosessikammioon liittyvän tiivisteiden tulee olla mekaanista tyyppiä eikä elastomeeristä huulityyppiä. Toisaalta tiiviste sisäänmenokammion ja ulkopuolisen ympäristön välillä voi usein olla turvallisesti järjestetty elastomeerisenä huulityyppinä. Mekaaniset tiivisteet ovat yleisesti kalliimpia kuin elastomeeriset huulitiivisteet.
20

- Sisäänmenoaukkoon ei käy kuivana. Kuitenkaan tämä ei ole liian vaativa edellytys normaalissa teollisuuspumppuympäristössä. Lisäksi sulkunesteen syöttöpuolen ei tarvitse olla paineistettu, koska spiraaliura vetää sulkunesteen sisäänsä (lievästä) tyhjöstä (negatiivinen painekorkeus), mikäli tarpeen.
25

- Sulkuneste on pidettävä puhtaana. Mikäli likaa esiintyisi kartiopintojen välissä, se voisi vaikuttaa hydrodynaamisen kalvon kykyyn ylläpitää oikea rako pintojen välillä. Kuitenkin on korostettava, että testeissä spiraaliura kartiopinnoissa itse asiassa toimii itse kovien aineiden hiukkasten puhdistamiseksi pinnoista.
30

Voidaan arvella, että syy tähän itsepuhdistuskykyyn on siinä, että likahiukkaset pyrkivät kokoontumaan yhteen, ei hydrodynaamisen kalvon sisäpuolelle vaan pikemminkin spiraaliuraan. Pitkin uraa liikkuvan nesteen nopeus pyrkii sitten huuhtomaan

lian uran poistopäähän. Spiraaliuran kierroksien välillä olevat välipaikat ovat tarpeeksi kapeita, jotta kalvoissa oleva neste, välipaikoissa, kykenee huuhtoutumaan uriin. Välipaikkojen ei tule olla enempää kuin noin 8 mm leveitä tältä näkökannalta.

Niiden materiaalien valinta, joista roottori- ja staattoriholkit tehdään, on tärkeää.

- 5 Tämä pitää paikkansa, vaikkakin, kun hydrodynaaminen kalvo on muodostettu, ei teoreettisesti ole mitään kosketusta pintojen välillä, koska tilapäinen kosketuskontakti on vääjäämätön.

- 10 Komponentin, jossa on pinta, johon spiraaliura on leikattu, tulee olla kovempaa materiaalia kuin komponentin, johon on muodostettu tasainen pinta. Tällöin, mikäli mitään kulumista tapahtuisi, kyseinen tasainen pinta kuluisi jättäen uran koskemattomaksi. Itse asiassa vähäinen kuluminen on eduksi, sikäli kun se tuottaa pintojen kiillotuksen, ja tehostaa niiden sovituksen läheisyyttä.

- 15 Sovelaita yhdistelmiä ovat sellaiset, että uritettu, urospuolinen roottori on ruostumatonta terästä, joka on pinnoitettu noin 0,1 mm kovalla kromilla, tai keraamisella laakerimateriaalilla. (Ruostumaton teräs ilman pinnoitetta ei ole sovelias, koska se pyrkii tahraamaan.) Tasainen, naaraspuolinen staattori voi olla hiiltä (grafiittia), PTFE, tai yhtä (monista) komposiittimateriaaleista, jotka on kehitetty pidennettyä käyttöä varten kosketuksessa kovan metallin kanssa.

- 20 Suunnittelijan on järjestettävä jotkin välineet pakottamaan kartiopinnat yhteen. Tämä voi olla mekaanisen jousen muodossa, tai voidaan tehdä järjestelyt siten, että sulkunesteen paine, tai prosessiväliaineen paine vaikuttaa aksiaalisesti siirrettävään holkkiin sillä tavalla, että pinnat pakotetaan yhteen. (Mikäli mitään aksiaalista pidäntä ei järjestettäisi, pinnat liikkuisivat vain erilleen ja hydrodynaaminen kalvo ei voisi kehittyä.)

- 25 Arvioitaessa, kuinka tämä on tehtävä, suunnittelijan tulee ottaa huomioon se, mikä on kaikkein tärkeintä: sulkunesteen vuotaminen prosessiväliaineeseen vai prosessiväliaineen vuotaminen sulkunesteeseen. Kun pumpataan esimerkiksi juotavaa nestettä, on tärkeää, että juotava neste on vapaa sulkunesteen jäännöksistä, mutta juotava neste ei ole myrkyllistä ja siten ei merkitse niin paljon, mikäli vähän juotavaa nestettä vuotaa ulos tiivistysholkin läpi. Eräässä toisessa tapauksessa, prosessiväliaine voi olla myrkyllistä nestettä, tai sellaista, joka on karsinogeenista vähäisin määrinä, ja tässä tapauksessa myrkyllisen nesteen laimeneminen sulkunesteen johdosta on etusijalle asetettua verrattuna myrkyllisen nesteen vuotamiseen tiivistysholkkiin ja sen läpi.

Suunnittelija voi järjestää, että prosessiväliaineen paine on päätekijä pakottamaan kartiopinnat yhteen, tai sulkunesteen paine. Tai komponentit voi olla järjestetty siten, että siirrettävä holkki on neutraali jommalle kummalle tai molemmille paineille ja sen aksiaalinen voima määrätään mekaanisen jousen avulla. Tai jokin sovelias paineenkohdistuksen ja mekaanisten jousien yhdistelmä voidaan järjestää.

Sulkunesteen paineen lisääntyessä hydrodynaaminen kalvo lisää pyrkimystään ajaa kartiopinnat erilleen. Tämän vuoksi on yleisesti etusijalle asetettua, että aksiaalisesti siirrettävä holkki pakotetaan voimakkaammin kartioon, kun prosessipaine lisääntyy.

Mikäli liikkuvan holkin pois päin siirtymiselle olisi liian vähäinen vastus, paine ei voisi kehittyä oikein. Tämän vuoksi suunnittelijan on huolehdittava siitä, että liikkuvaan holkkiin vaikuttavat aksiaalivoimat ovat tarpeeksi suuria pitämään kartiopinnat yhdessä sallimaan halutun paineen saavuttaminen.

Ei ole kovin suurta merkitystä, mikäli kartiopinnat puristetaan yhteen tiukemmin kuin välttämätöntä, koska hydrodynaaminen kalvo on hyvin vahva. Toisaalta holkkeja ei tule painaa yhteen niin kovaa, että kalvo itse asiassa hajoaa ja sallii kartiopintojen koskettavan mekaanisesti. Vaikka kyseiset pinnat voisivat, sellaisessa tapauksessa, kestää pyörimisen yhdessä, testit osoittavat, että pakotettu kosketus pintojen välillä aiheuttaa paineen putoamisen poistokammiossa.

Kartiokulman ei tule olla liian suuri eikä liian pieni. Mitä jyrkempi kulma on, sitä suurempi voima tarvitaan pitämään kartiopinnat yhdessä, jotta sallitaan paineen kehittyminen. Kulma tulee liian jyrkäksi, kun holkkien yhdessäpitämiseen tarvittava voima on liian suuri sopivasti järjestettäväksi tai sopivasti kontrolloitavaksi.

Eräs toinen ongelma syntyy, kun kartiokulma on liian jyrkkä. Sikäli kuin kartioholkit toimivat liukulaakerina siipipyöräakselia varten, liukupintakuorma kartiopinnoissa indusoi luonnollisesti aksiaalikuormituksen pintojen välillä. Tämä indusoitu aksiaalikuorma pyrkii työntämään siirrettävää holkkia ulos kartiosta. Mitä jyrkempi kartiokulma on, sitä suurempi indusoitu aksiaalikuorma liikkuvalla holkillä on. Mikäli kulma olisi liian jyrkkä, voisi tapahtua, että välineet, jotka on järjestetty vastustamaan liikkuvan holkin aksiaalista liikettä, tinkisivät liikkuvan holkin kyvystä asettua itsestään suotuisimpaan asentoon hydrodynaamisen kalvon kehittymiselle. Kuitenkin, edellyttäen että kartiokulma ei ole jyrkkä, indusoidut aksiaalivoimat liikkuvalla holkillä, johtuen holkin toimimisesta liukulaakerina, voidaan jättää huomi-
oonottamatta.

On korostettava jälleen, että, koska siipipyörän ulkonema holkkien yli on niin pieni, liukulaakerikuormat ovat myös pieniä. Liukupintakuormia siipipyörissä voidaan myös pienentää tasapainottamalla prosessiväliaineen ulosmenot pumppukammioista. Kun pääliukupintakuormat aiheutuivat värähtelyistä johtuen pitkästä ulkonemasta, useinkin ei ollut hyötyä tasapainottaa ulosmenopaineita, mutta kun laakeri on hyvin lähellä siipipyörää, liukupintavoimia, sekä ulosmenon epätasapainosta että värähtelyistä tulevat, voidaan pienentää hyvin pieniin tasoihin.

Perustuen yllä esitettyihin tarkasteluihin on havaittu kartiokulman välillä 10–30° kyseiset arvot mukaanlukien (so. välillä 5–15° puolikulmana) antavan hyvät tulokset, 20° ollessa etusijalle asetettu arvo.

Maksimikulma, joka voitaisiin tehdä toimimaan oikein keksinnön mukaisesti, on noin 60°. Tämän yläpuolella liikkuvalla holkille indusoituja aksiaalivoimia ei voida kontrolloida oikein.

Kartiokulman ei toisaalta tule olla liian pieni. Mikäli kartion kulma on liian pieni, kartiopintojen valmistaminen, hiertämällä niitä yhdessä, voi tulla vaikeaksi, koska pinnat voivat pyrkiä kiinnittymään. Samoin, mikäli kartiopinnat tulisivat kuiviksi, ja kitkakerroin niiden välillä kasvaisi tämän vuoksi, yhteenkiinnittyminen voi jälleen tapahtua. Tämän vuoksi kartiokulman ei edullisesti tule olla vähempää kuin kyseinen itselukitseva kulma. Itselukitseva kulma voidaan määrittää kyseisten kahden holkin välisestä kitkakertoimesta. Metalleille, kuten valurauta ja pronssi, kulman ei tule olla vähempää kuin noin 70.

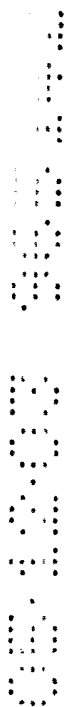
Kuvatuissa toteutuksissa, spiraaliura on muodostettu roottoriholkille eikä staattoriholkille, ja tämä on etusijalle asetettua. On samoin etusijalle asetettua, että roottoriholki on urosholki, koska tällöin ura leikataan ulospäin suunnattuun pintaan; naarasholkin sisäänpäin suunnattu pinta jätetään tasaiseksi.

On ajateltavissa, että spiraaliura voidaan muodostaa staattorin kartiopinnalle jättäen roottorin kartiopinnan tasaiseksi. On myös ajateltu, että urat voidaan leikata sekä roottoriin että staattoriin.

Keksinnössä hydrodynaamisen kalvon tulee olla vahva ja luotettava. Ellei neste ole erittäin voitelevaa ja viskoosista, edullista on uran leikkaaminen vain yhteen pinoista, kun taas toinen jätetään tasaiseksi. Edullisesti staattorin pinta on pinta, joka jätetään tasaiseksi ja edullisesti naaraspinta jätetään tasaiseksi. Mikäli urat leikataan kumpaankin pintaan, se voi pyrkiä hajottamaan kalvon. Kuitenkin tapauksissa, jois-

sa sulkuneste on, tai voi olla, likaista ja neste on riittävän viskoosista ja öljyistä, urat kummassakin pinnassa voivat olla etusijalle asetettuja.

Tässä käytetty ilmaisu "psi" on hydraulipaineen mitta. Si-yksiköinä $1 \text{ N/mm}^2 = 1,45 \times 10^{-4} \text{ psi}$.



Patenttivaatimukset

1. Laite pyörivää akselia (29) varten, joka laite käsittää staattorikomponentin (38) ja roottorikomponentin (36) sovitettuina pyörimään akselin ympäri ja varustettuina komplementaarisilla kartiomaisesti suippenevilla tukipinnoilla (42, 43), jotka on sijoitettu sama-akselisesti akselin ympärille,

tunnettu siitä, että laite sisältää seuraavat tunnuspiirteet yhdistelmänä:

roottorin ja staattorin tukipinnat on järjestetty siten, että ne pyyhkäisevät toisiaan, roottorin pyöriessä, hydrodynaamisessa laakerointisuhteessa alueella, jota nimitetään laakerialueeksi;

- 10 tukipinnoista yksi (43) on varustettu jatkuvalla uralla (45), joka ulottuu spiraalin muotoisena tukipintaa pitkin ja sen ympäri laakerialueen yli;

kyseinen spiraaliura käsittää useita kierroksia, jotka ulottuvat tukipinnan yli, järjestyksen ollessa sellainen, että spiraaliuran viereisten kierrosten väliin jää leveydeltään huomattavia välialueita;

- 15 laite on rakennettu siten, että spiraaliurassa on sisäänmenoaukko (47) ja poistoaukko (50);

laite on siten rakennettu, että se määrittää sisäänmenokammion (49) ja poistokammion (52), jotka ovat sellaisia kammioita, jotka ovat juoksevaa ainetta kuljettavassa yhteydessä sisäänmenoaukon ja vastaavasti poistoaukon kanssa;

- 20 laite sisältää välineen (56) sulkunesteen vastaanottamiseksi sulkunesteen varastosta ja sulkunesteen kuljettamiseksi sisäänmenokammioon sekä laitteen sulkunesteen kuljettamiseksi poistokammioista pois;

laite on rakennettu siten, että roottorin pyöriessä sulkuneste virtaa pitkin spiraaliuraa sisäänmenoaukosta poistoaukkoon; ja

- 25 laite on rakennettu siten, että tukipintojen sovitus on roottorin pyöriessä välyksellinen tiukka sovite, välyksen tai raon pintojen välissä ollessa tarpeeksi pieni ja väli-alueiden leveyden kierroksien välissä ollessa tarpeeksi laaja, niin että varmistetaan hydrodynaamisen kalvon aikaansaaminen ja pysyminen pyörimisen aikana tukipintojen välissä.

- 30 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että sulkuneste on vesi-pohjainen.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että laite sisältää väli-
neen (120) ohjaamaan roottori- ja staattorikomponenteista toista komponenttia
aksiaaliseen liikkeeseen toisen komponentin suhteen sekä välineen (65) pakotta-
maan tätä komponenttia aksiaalisesti.
- 5 4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että väline (65) liikkuvan
komponentin pakottamiseksi aksiaalisesti pakottaa suppenevat pinnat yhteen ja että
väline on sen komponentin aluetta, joka on järjestetty olemaan altistettuna prosessi-
väliaineen paineelle ja joka on siten rakennettu, että mitä korkeampi prosessiväli-
aineen paine on, sitä suurempi on voima, joka pakottaa suppenevat pinnat yhteen.
- 10 5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että jousi (65) pakottaa
liikkuvaa komponenttia aksiaalisesti tarkoituksena pakottaa suppenevat pinnat
yhteen.
6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että siinä on ensimmäi-
nen tiiviste (54, 107), joka on pintaa hankaavaa tyyppiä ja jossa on väline tiivisteen
15 tiivistepintojen pakottamiseksi joustavasti yhteen hankaavaan tiivistävään yhteyteen,
ja että ensimmäinen tiiviste sijaitsee siten, että se tiivistää ja erottaa tulokammion
ulkoympäristöstä.
7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että laite sisältää toisen
tiivisteen (105), joka on mainittua pintaa hankaavaa tyyppiä oleva tiiviste; ja
- 20 kyseinen toinen tiiviste on sijoitettu siten, että kun laite on asennettuna koneeseen,
joka määrittää prosessikammion, joka sisältää paineen alaista prosessiväliainetta, se
tiivistää ja erottaa poistokammion prosessikammioista.
8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että laite sisältää pai-
neensäätöjärjestelmän (84, 89), joka säättää poistokammion (52) painetta ja sisääntu-
25 lokammion (49) painetta.
9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että laite sisältää väli-
neen prosessikammiossa olevan prosessiväliaineen paineenmittaamiseksi, jonka pro-
sessikammion määrittää prosessiväliaineen siirtokone, johon laite sopii asennetta-
vaksi, ja että paineensäätöjärjestelmä säättää poistokammion (52) painetta tasasuhtei-
30 seen arvoon lähelle prosessiväliaineen painetta.
10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että väline (128) sulku-
nesteeseen kuljettamiseksi sisäänmenokammioon (125) ja väline (129) sulkunesteeseen
kuljettamiseksi poistokammioista (127) pois on yhdistetty toisiinsa piirin avulla, joka

ottaa talteen sulkunestettä poistokammista (127) ja syöttää sitä sisäänmenokammioon (125), jolloin sulkunestettä kierrätetään.

Patentkrav

1. Anordning för en roterande axel (29) innefattande en statorkomponent (38) och en rotorkomponent (36) anordnade att rotera kring axeln och försedda med komplementära, koniskt avsmalnande stödytor (42, 43), vilka är koaxialt placerade kring axeln;

kännetecknad av att anordningen innefattar följande kännetecknande drag i kombination:

- 10 rotorns och statorns stödytor är anordnade så att de vid rotorns rotation sveper över varandra i ett hydrodynamiskt lagerförhållande i ett område som benämns lagerområde;

- av de bärande ytorna är den ena ytan (43) försedd med ett kontinuerligt spår (45), som spiralformigt sträcker sig längs och omkring den bärande ytan över lagerområdet;

15 det spiralformade spåret omfattar flera varv vilka sträcker sig över den bärande ytan, varvid arrangemanget är sådant att det blir mellanrum av betydande bredd mellan närliggande varv av spiralspåret;

- anordningen är konstruerad så att spiralspåret har en inloppsöppning (47) och en utloppsöppning (50);

anordningen är konstruerad så att den definierar en inloppskammare (49) och en utloppskammare (52) vilka är kammare med fluidtransporterande kontakt med inloppsöppningen och respektive med utloppsöppningen;

- 25 anordningen innefattar ett medel (56) för mottagande av en barriärvätska från ett barriärvätskeförråd och för transport av barriärvätska till inloppsöppningen, samt ett medel för transport av barriärvätska bort från utloppskammaren;

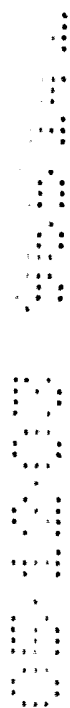
anordningen är konstruerad så att barriärvätskan vid rotorns rotation strömmar längs spiralspåret från inloppsöppningen till utloppsöppningen; och

- 30 anordningen är konstruerad så att stödyornas anpassning vid rotorns rotation utgör en spänd anpassning med litet utrymme, varvid utrymmet eller springan mellan ytorna är tillräckligt liten, och bredden av mellanrummen mellan varven är tillräck-

ligt stor för att säkra uppkomsten och kontinuiteten av en hydrodynamisk film mellan stödytorna under rotation.

2. Anordning enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att barriärvätskan är vattenbaserad.
- 5 3. Anordning enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att anordningen innefattar ett medel (120) för styrning av den ena av rotor- och statorkomponenterna i axial rörelse i förhållande till den andra komponenten, samt ett medel (65) för att tvinga denna komponent axialt.
4. Anordning enligt patentkrav 2, **kännetecknad** av att ett medel (65) för att
10 axialt tvinga den rörliga komponenten tvingar de avsmalnande ytorna ihop och att medlet utgör ett område av den komponent som är anordnad att vara utsatt för processmediets tryck och är så konstruerad att ju högre processmediets tryck är, desto större är den kraft som tvingar ihop de avsmalnande ytorna.
5. Anordning enligt patentkrav 3, **kännetecknad** av att en fjäder (65) tvingar den
15 rörliga komponenten axialt med ändamål att tvinga ihop de avsmalnande ytorna.
6. Anordning enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att där finns en första tätning (54, 107), som är av ytgnidande typ och har ett medel för att tvinga tätningens tätande ytor elastiskt ihop i gnidande, tätande kontakt, och att den första tätningen är så belägen att den tätar och separerar inloppskammaren från den yttre omgivningen.
- 20 7. Anordning enligt patentkrav 6, **kännetecknad** av att anordningen har en andra tätning (105), som är av nämnda ytgnidande typ, och att ifrågavarande andra tätning är placerad så att, då anordningen är installerad i en maskin som definierar en processkammare innehållande ett processmedium under tryck, den tätar och separerar utloppskammaren från processkammaren.
- 25 8. Anordning enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att anordningen innefattar ett tryckregleringssystem (84, 89), som reglerar trycket i utloppskammaren (52) och trycket i inloppskammaren (49).
9. Anordning enligt patentkrav 8, **kännetecknad** av att anordningen innefattar ett medel för att mäta trycket hos processmediet i processkammaren som definieras av
30 en maskin, som förflyttar processmedium och i vilken anordningen lämpar sig för installering, och att tryckregleringssystemet reglerar trycket i utloppskammaren (52) till ett proportionerligt värde nära trycket hos processmediet.

10. Anordning enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att organet (128) för transport av barriärvätska till inloppskammaren (125) och organet (129) för transport av barriärvätska bort från utloppskammaren (127) är förenade med varandra med en krets som tillvaratar barriärvätska från utloppskammaren (127) och matar den till
- 5 inloppskammaren (125), varvid barriärvätskan recirkuleras.



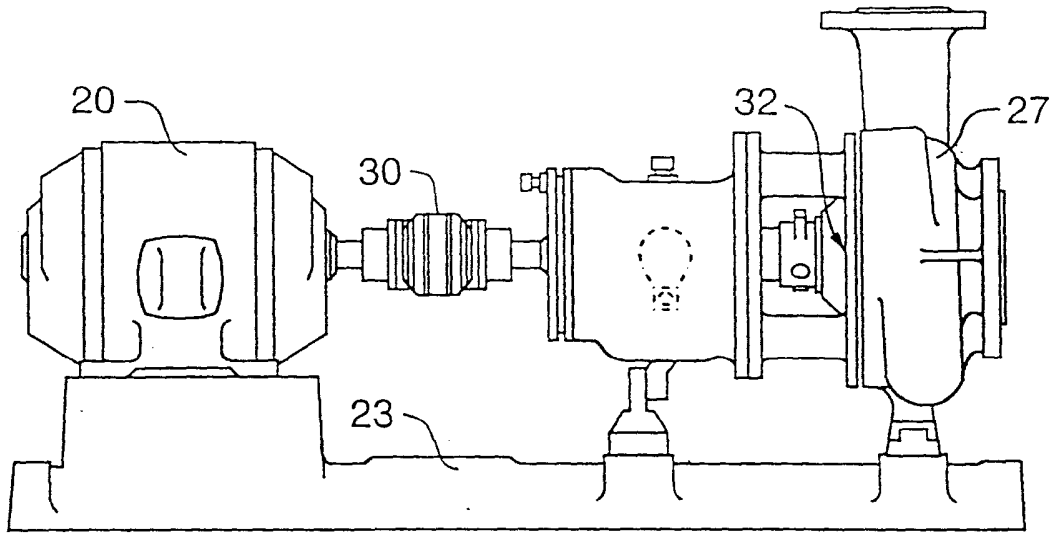


FIG. 1.

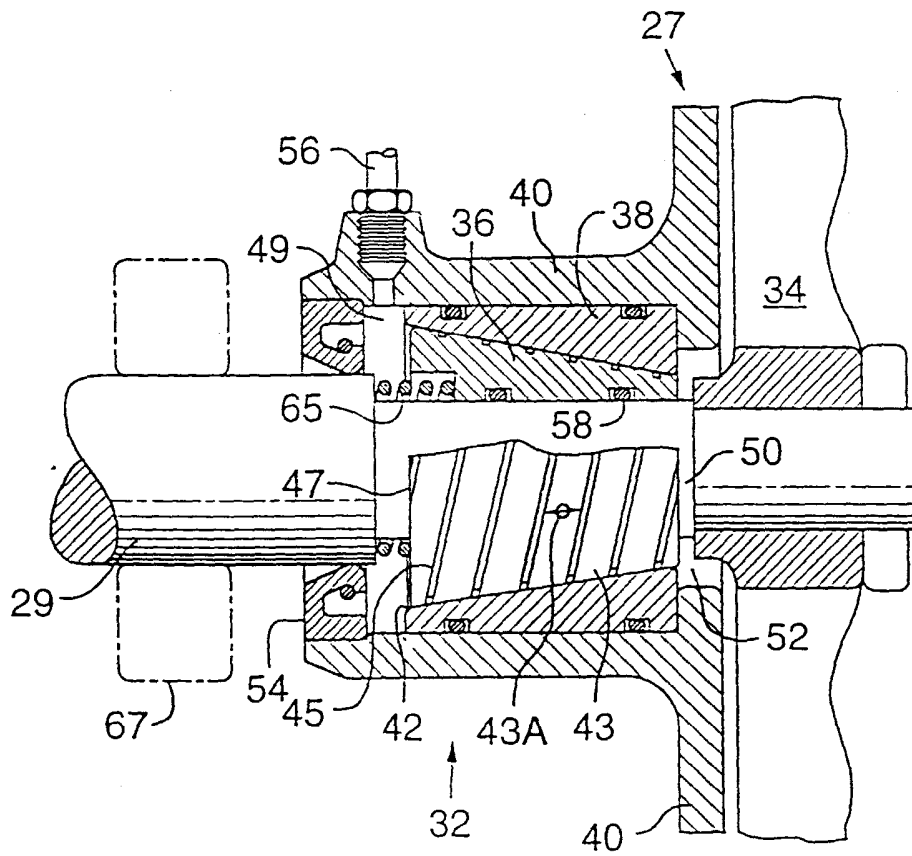


FIG. 2.

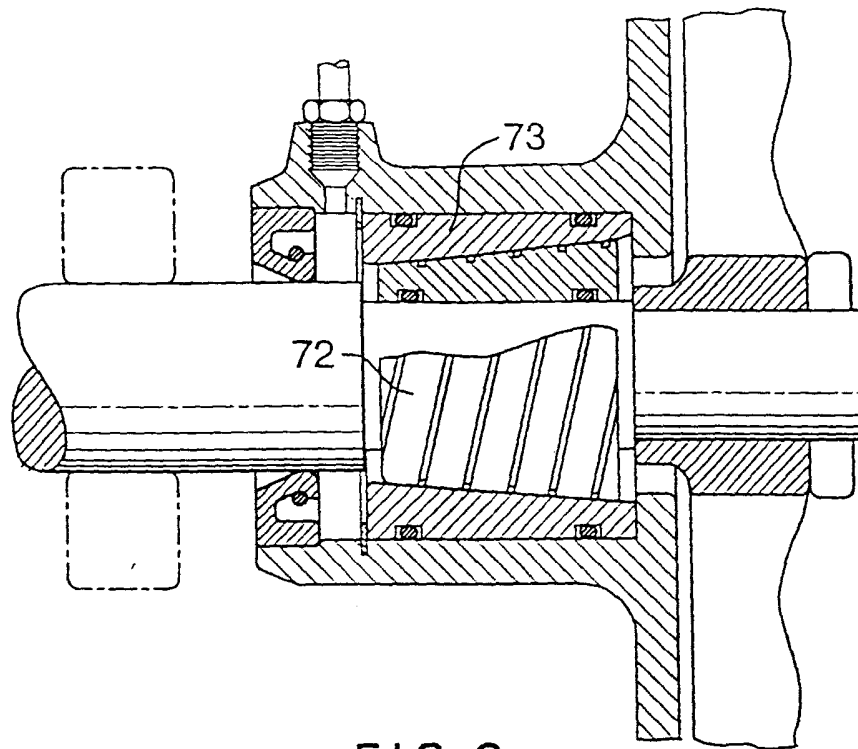


FIG.3.

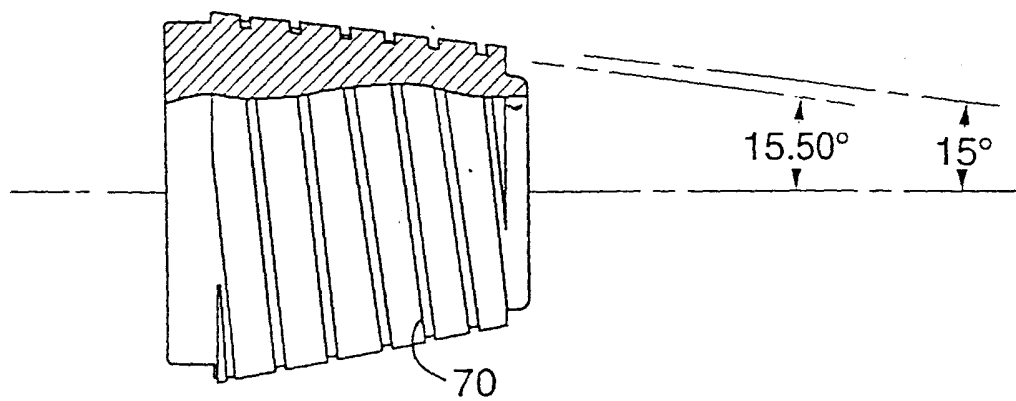


FIG.4.

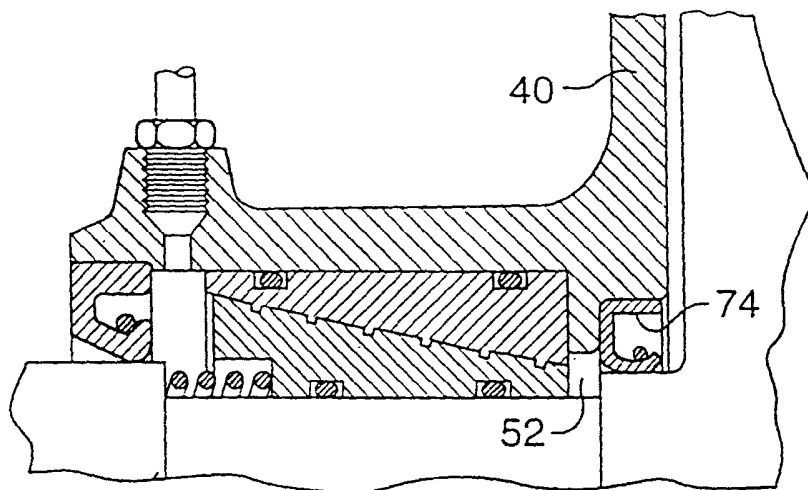


FIG. 5.

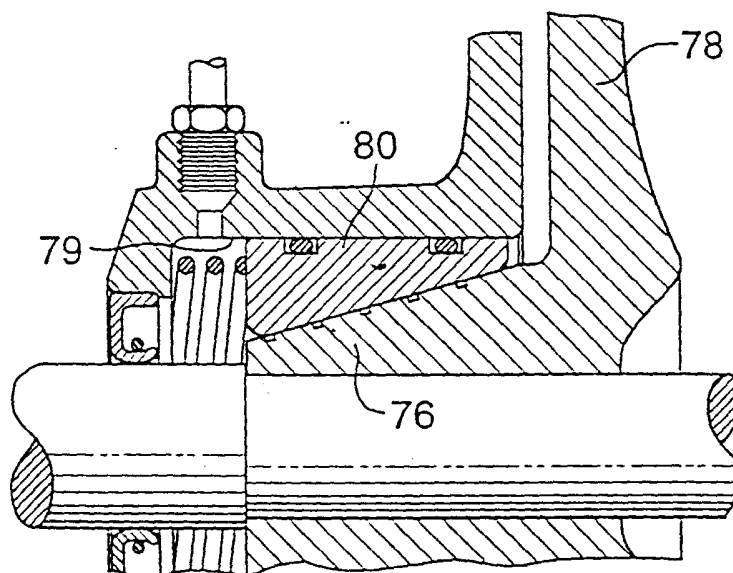


FIG. 6.

113888

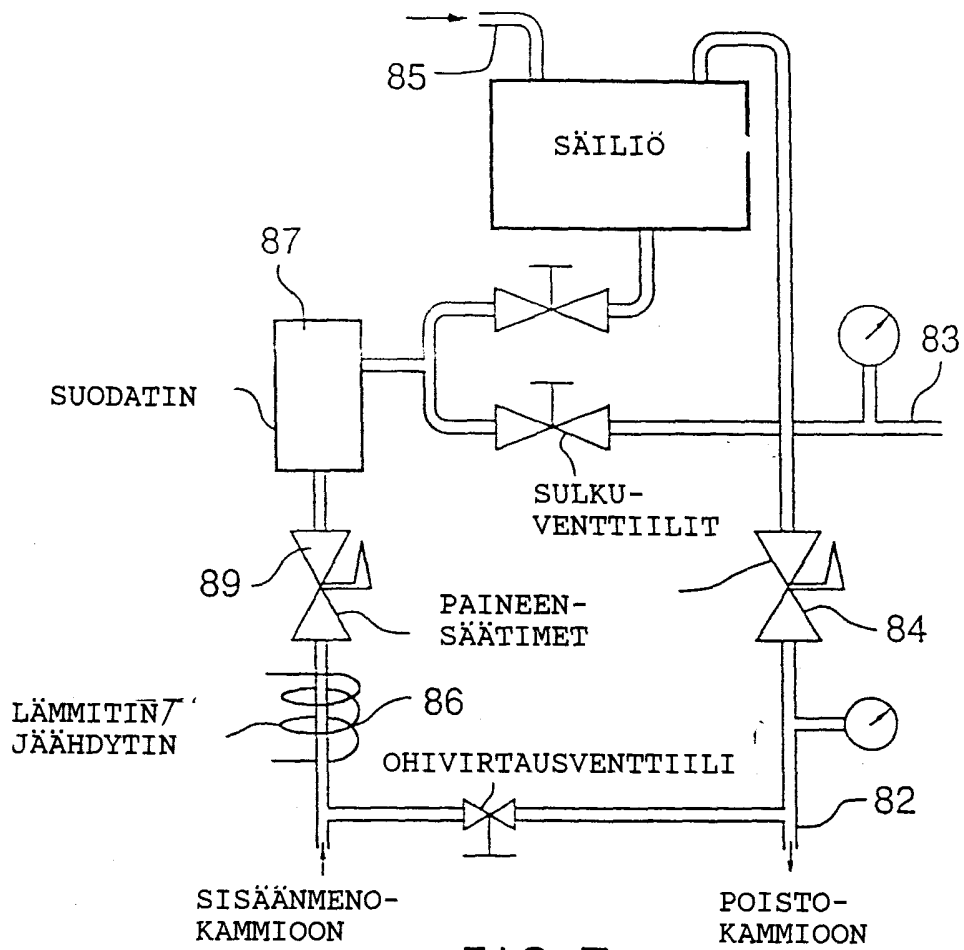


FIG. 7.

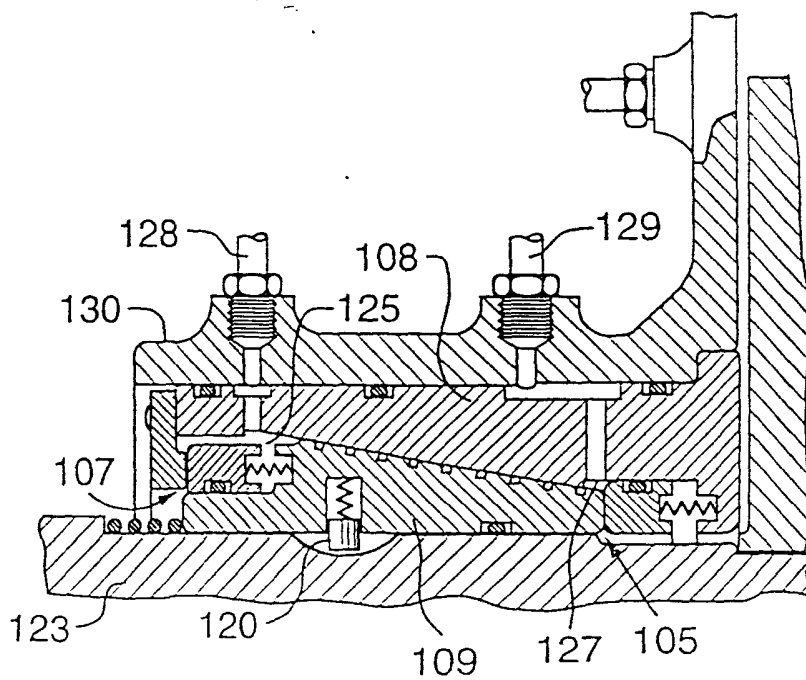


FIG. 8.

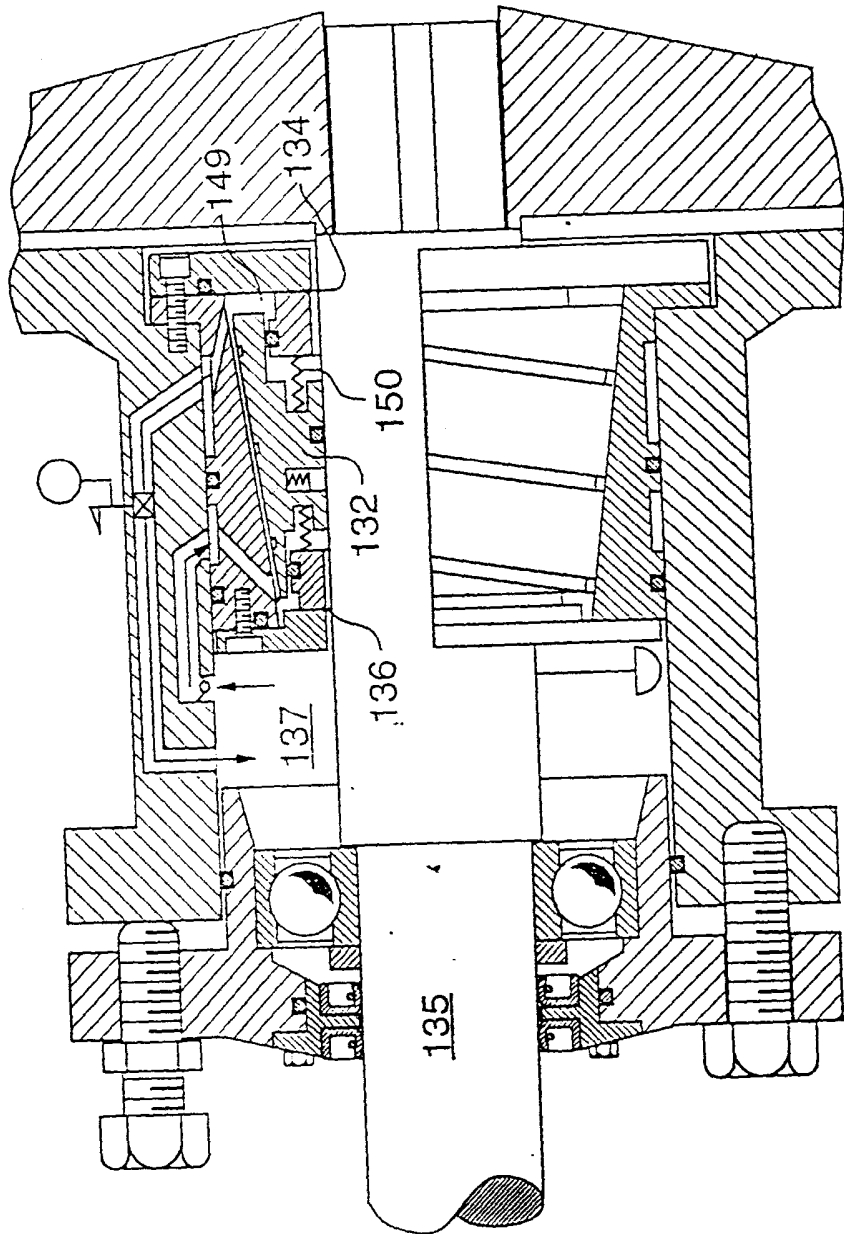


FIG. 9.

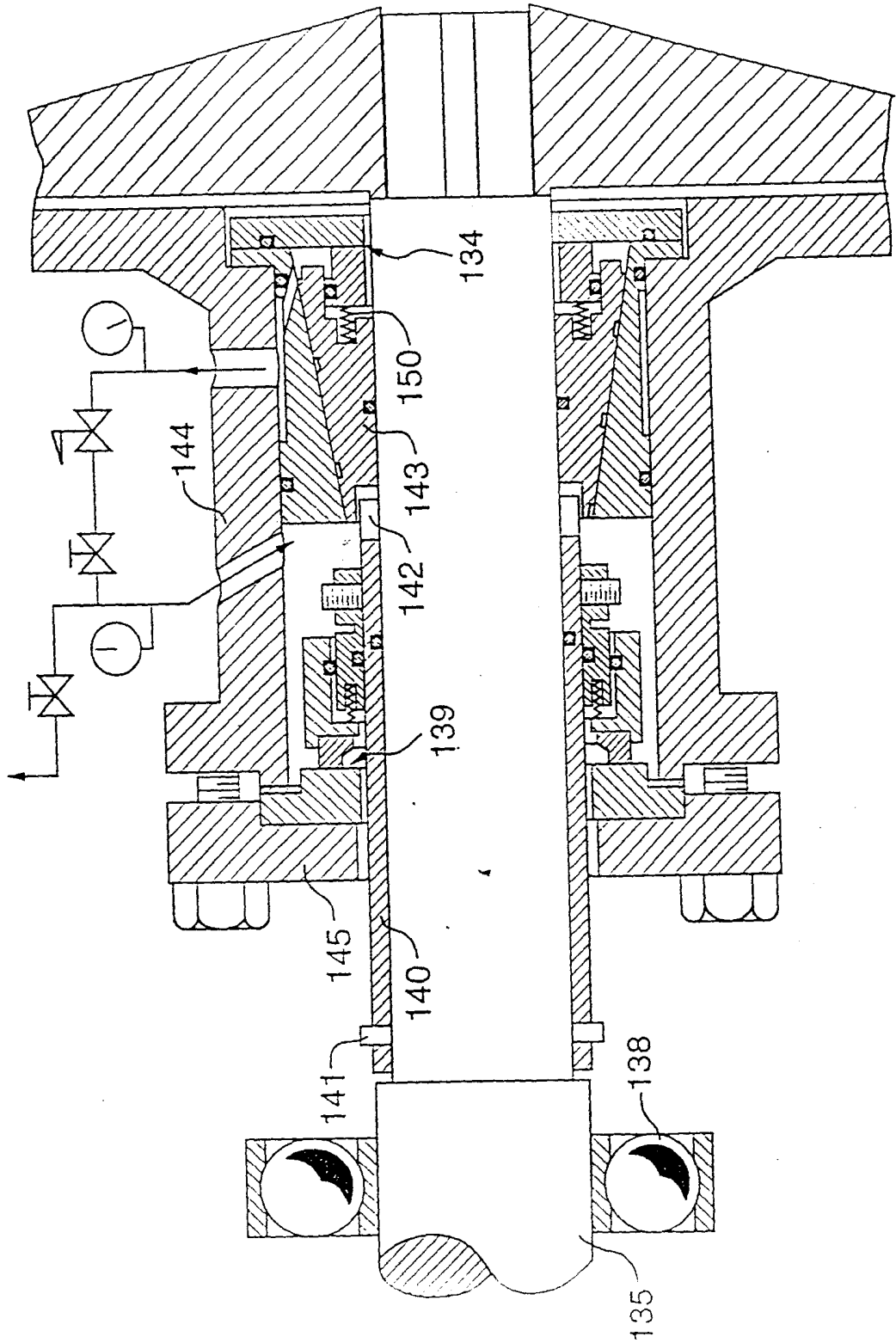


FIG.10.

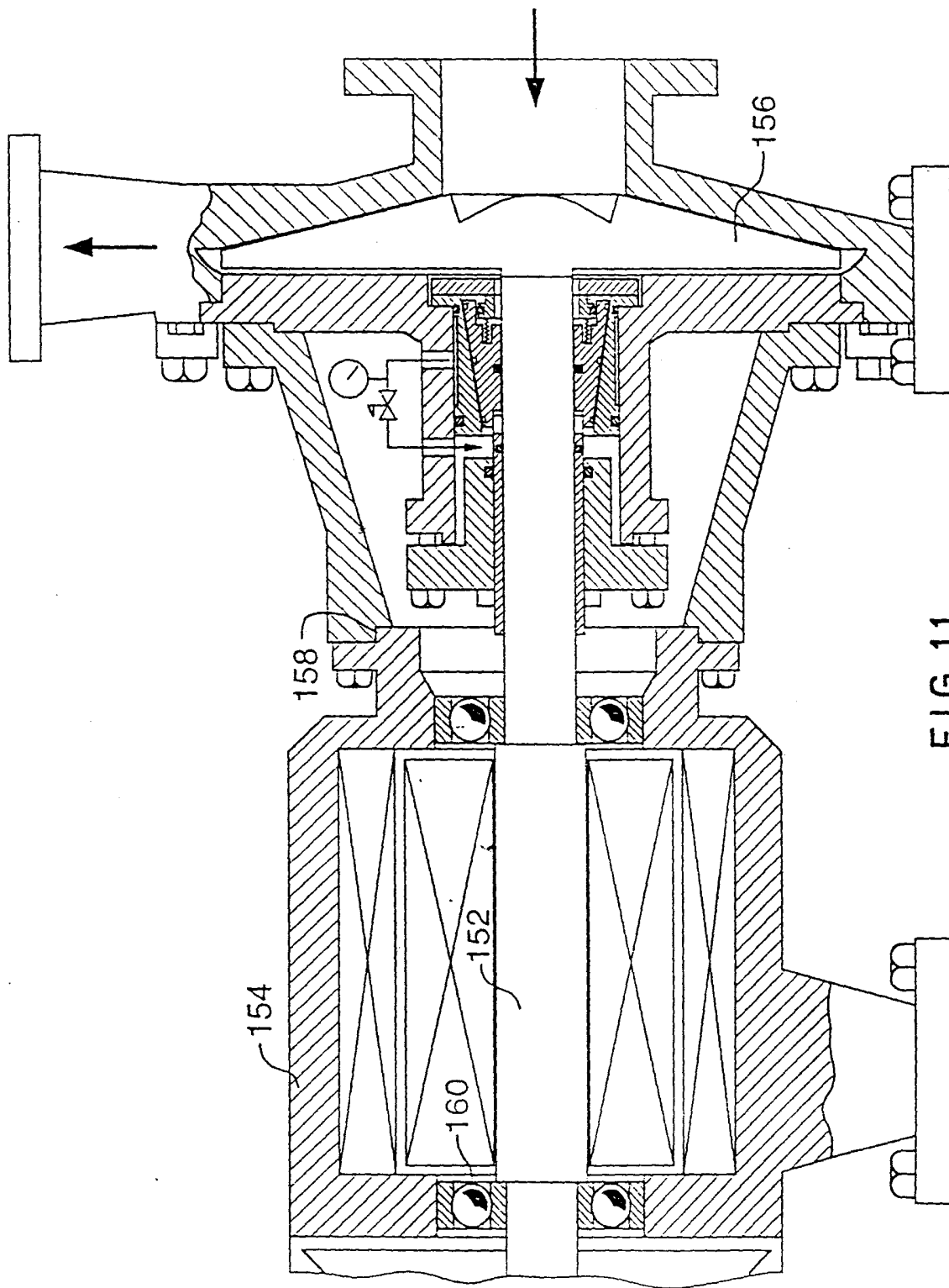


FIG.11.

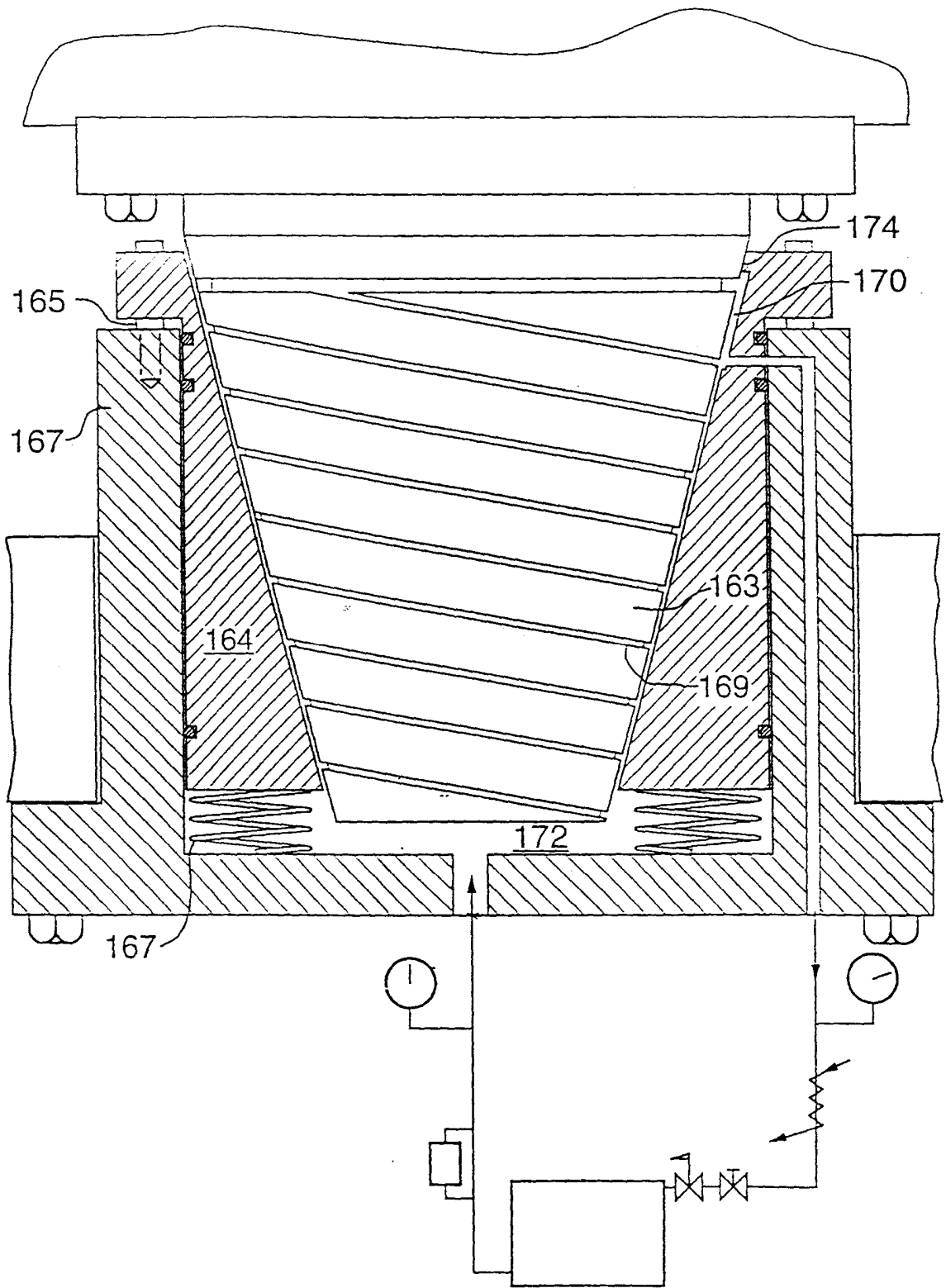


FIG.12.

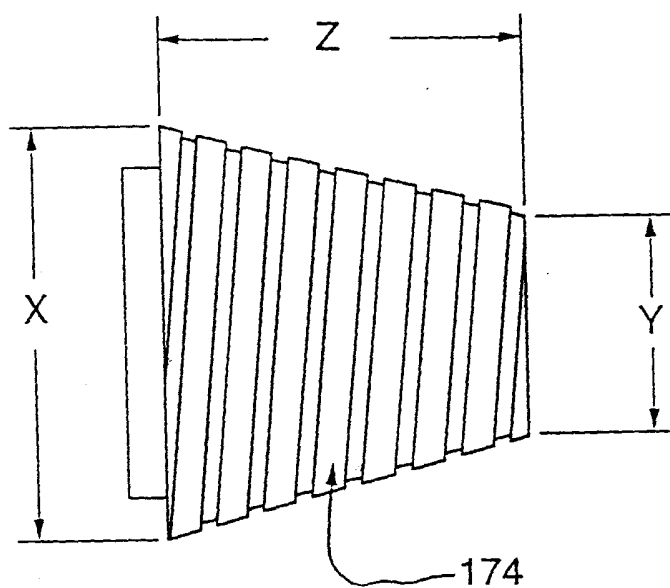


FIG.13.

113888