



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

87847

C (15) Patentti myönnetty
Patent meddelat 25 08 1993

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

G 21C 7/16

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	884066
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	02.09.88
(24) Alkupäivä - Löpdag	14.01.88
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	02.09.88
(44) Nähtävöksiäpanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	13.11.92
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	PCT/CH88/00009
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
15.01.87 CH 00123/87 P	

(71) Hakija - Sökande

1. Gobröder Sulzer Aktiengesellschaft, 8401 Winterthur, Switzerland, (CH)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Straub, Hermann, Seuzacherstrasse 62, 8400 Winterthur, Switzerland, (CH)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Kolster Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Ydinreaktorilla, erityisesti lämpöreaktorilla varustettu laitteisto
Anordning försedd med en kärnreaktor, i synnerhet värmereaktor

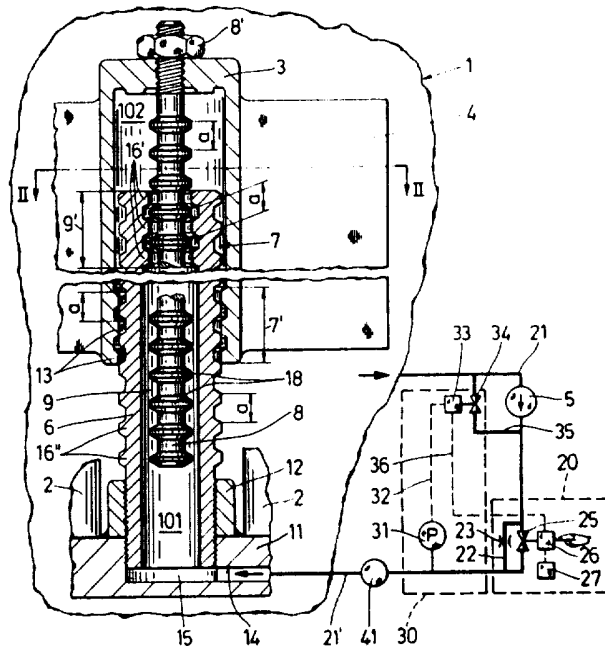
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE A 3506334 (G 21C 7/16), EP A 204096 (G 21C 7/16), SE B 364590 (G 21C 7/10)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön mukaisen laitteiston reaktorisydän käsittää putkimaiset pystysuorasti liikuteltavat säätösauvat (3), joita paineenalaisena virtaava jäähdytysaine siirtää. Jokainen säätösauva (3) ympäröi ensimmäisen rakomaisen rengastilan (7) jäädessä vapaaksi myös putkimaista, reaktorisydämen suhteen liikkumatonta ohjaustankoa (6). Jokaisen ohjaustangon (6) sisäosa muodostaa ensimmäisen painetilan (101), johon paineenalainen jäähdytysaine johdetaan. Jokaisen säätösauvan (3) yläpää on suljettu ja varustettu ohjaustangon (6) sisään pistävällä, sen kanssa yhdessä toisen rakomaisen rengastilan (9) muodostavalla pystysuoralla karalla (8). Ensimmäiseen rakomaiseen rengastilaan (7) on muodostettu vähintään yksi ensimmäinen kuristuskohhta (7') ja toiseen rakomaiseen rengastilaan (9) vähintään yksi toinen kuristuskohhta (9'). Molempien kuristuskohkien (7', 9') väliin muodostuu toinen painetila (102). Ohjaustankoon (6) virtaava jäähdytysaine kulkee siis toisen rakomaisen rengastilan (9), toisen painetilan (102) ja ensimmäisen rengastilan (7) kautta takaisin reaktorisydäntä ympäröivään paineastiaan. Käytössä on ohjausvälineet

(25), joiden avulla voidaan tarvittaessa synnyttää paineisku ja ensimmäisen painetilan (101) jäähdytysaineessa.



En reaktorkärna i en anläggning enligt uppfinningen omfattar rörformiga vertikala rörliga styrestavar (3), vilka förskjuts medelst ett under tryck strömmande kylmedium. Varje styrestav (3) omger en likaså rörformig, relativt reaktorkärnan stationär gejdstång (6), varvid ett första spaltformigt ringrum (7) frilämnas. Det inre av varje gejdstång (6) utgör ett första tryckrum (101), till vilket det under tryck stående kylmediet leds. Den övre ändan av varje styrestav (3) är sluten och försedd med en in i gejdstången (6) gående, med densamma ett andra spaltformigt ringrum (9) bildande vertikal spindel (8). I det första spaltformiga ringrummet (7) har anordnats åtminstone ett första strypställe (7') och i det andra spaltformiga ringrummet (9) åtminstone ett andra strypställe (9'). Mellan de båda strypställena (7', 9') uppstår ett andra tryckrum (102). Det till gejdstången (6) strömmande kylmediet går således via det andra spaltformiga ringrummet (9), det andra tryckrummet (102) och det första ringrummet (7) tillbaka till tryckkärlet, som omger reaktorkärnan. Styrmedel (25) används, medelst vilka vid behov kan alstras tryckstötar i det första tryckrummets (101) kylmedium.

Ydinreaktorilla, erityisesti lämpöreaktorilla varustettu laitteisto

Esillä olevan keksinnön kohteena on ydinreaktorilla, erityisesti lämpöreaktorilla varustettu laitteisto, tämän reaktorin käsittäessä paineastian, joka sisältää jäähdytysainetta sekä reaktorisydämen, joka käsittää pääasiassa suorat, pystyssä olevat kanavamaiset ydinpolttoainetta sisältävät polttoaine-elementit sekä niiden väliin asetetut putkimaiset pystysuorasti liikkuvat säätösauvat, joihin on kiinnitetty absorptiosauvat, siirtovälineiden siirtäessä paineastiasta jäähdytysainetta säätösauvojen liikuttamista varten, jolloin jokainen säätösauva ympäröi myös putkimaista, polttoaine-elementtien suhteen liikkumaton ohjaustankoa ensimmäisen rakomaisen rengastilan jäädessä vapaaksi, ohjaustangon ensimmäisen painetilan muodostavan sisäosan ollessa liitettynä siirtovälineen painepuolelle, jolloin ainakin yksi ensimmäinen kuristuskohta on sovitettu ensimmäisen rengastilan yläpäähän, ja jolloin säätösauvan yläpää on suljettuna, niin että siirtovälineiden siirtämä jäähdytysaine virtaa ensimmäisestä painetilasta ensimmäisessä rakomaisessa rengastilassa olevan kuristuskohdan kautta takaisin paineastiaan.

Tällainen laitteisto tunnetaan patenttijulkaisun DE PS 34 30 929 perusteella. Ensimmäisen painetilan kautta virtaavan jäähdytysaineen avulla tässä tilassa ylläpidetään paine, joka pitää asianomaisen säätösauvan määrätysasennossa, joka jäähdytysaineen pysyvän syötön yhteydessä on pääasiassa vakio. Jäähdytysaineen läpivirtausmäärää muuttamalla voidaan ensimmäisessä painetilassa olevaa painetta muuttaa, jolloin säätösauva siirtyy vakiona pysyvässä paineessa uuteen asentoon. Tällä tavoin voidaan säätösauvoja siirtämällä vaikuttaa reaktorin tehoon. Tämän tunnetun laitteiston yhteydessä on edullista, että säätösauvoja siirrettäessä ohjaustangoilla ei esiinny mer-

kittävää kitkaa ja että jäädytysaineen virtauksen ja siten säätösauvoja kannattavan paineen jäädessä pois säätösauvat palaavat itsestään takaisin alimpaan varmuusasentoon-
sa, jossa absorptiosauvat suojaavat polttoaine-element-
5 tejä toisiltaan, niin että ydinreaktio keskeytyy. Tässä tunnetussa laitteistossa ei ole kuitenkaan onnistuttu sää-
tämään riittävällä tarkkuudella säätösauvojen kulloistakin asentoa siihen liittyvän reaktoritehon mukaisesti. Tämän
säädön helpottamiseksi on tunnetuissa laitteistoissa ase-
10 tettu säätösauvojen yläpuolella oleviin reaktorikanaviin ultra-äänilahettimet, jotka määrittävät ja ilmoittavat re-
aktorin ulkopuolelle säätösauvojen kulloisenkin asennon.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on tarjota kuvatonlaisen laitteistoon käyttöön laite, jonka avulla,
15 säilyttäen samalla sangen vähäisen kitkan ja itsestään ta-
pahtuvan varmuusasentoon palaamisen muodostamat edut, sää-
tösauvojen kulloinenkin asento voidaan säätää paremmin reaktoritehon suhteen, niin että säätösauvojen asennon-
ilmaisimet voidaan jättää pois.

20 Tämä tarkoitus saavutetaan keksinnön mukaisesti si-
ten, että jokaisen säätösauvan yläpäähän on kiinnitetty ohjaustangon sisään ulottuva, sen kanssa yhdessä toisen
rakomaisen rengastilan muodostava pystysuora kara, että
toiseen rakomaiseen rengastilaan on sovitettu ainakin yksi
25 toinen kuristuskohta, jolloin toisen kuristuskohdan ja
ensimmäisen kuristuskohdan välille muodostuu ainakin yksi
toinen painetila ja että laitteistossa on ohjausvälineet,
joiden avulla tarpeen vaatiessa voidaan ensimmäisessä pai-
netilassa olevaan jäähdytysaineeseen synnyttää paineiskut.

30 Tämän järjestelyn avulla säätösauvat säilyttävät
tietyn asentovakavuuden jäähdytysainevirtauksen lieviä
painevaihteluja vastaan, koska kuristuskohdat vaikeuttavat
toiseen painetilaan tulevia tai siitä lähteviä jäähdytys-
aineen virtauksia, jolloin saavutetaan säätösauvojen huo-
35 mattava jarrutusvaikutus, joka vastustaa näiden sauvojen

siirtymistä. Säättösauvojen asentovakavuus tulee erityisen huomattavaksi, kun jäähdytysaineena käytetään kokoonpuristumatonta väliainetta, esimerkiksi vettä, kuten useimmiten tapahtuukin. Ohjausvälineen avulla on kuitenkin myös mahdollista voittaa mainittu vakauttava vaikutus ja siirtää 5 säättösauvoja asteittain ylöspäin positiivisten paineiskujen (= hyppäyksittäin tapahtuvan paineenlisäyksen) avulla tai alaspäin negatiivisia paineiskuja (hyppäyksittäin tapahtuvia paineenvähennyksiä) käyttäen. Lämpimitaltaan 10 42 mm ja pituudeltaan 1 m sekä painoltaan noin 20 kg absorptiosauvat mukaanlukien olevalla säättösauvalla suoritetut kokeet, vettä käytettäessä jäähdytysaineena, ovat osoittaneet, että edes 0,6 barin paineenvaihtelut nimellispaineen ylä- ja alapuolella ensimmäisessä painetilassa 15 eivät johda mihinkään mainittavaan säättösauvojen liikkeeseen ja että tarvitaan suuruusluokkaa 1-2 baria olevia positiivisia tai negatiivisia paineiskuja säättösauvojen siirtämiseksi asteittain ylös- tai vastaavasti alaspäin. Keksinnön mukaisessa laitteistossa on vaikeuksitta toteutettu 20 10 mm suuruisia siirtoporrastuksia.

Kuristuskohtien patenttivaatimuksen 2 mukainen muotoilu on edullinen sekä valmistuksen että toiminnan kannalta. Ripojen tai paineiskujen vastaavan muotoilun ja mitoituksen avulla on mahdollista määrittää käytännöllisesti 25 katsoen toiveitten mukaisesti säättösauvojen käyttäytymisen erittäin pienten siirtoporrastuksien yhteydessä.

Patenttivaatimuksessa 3 on selostettu ripojen suositeltava etäisyys, joka on osoittautunut erityisen edulliseksi.

30 Patenttivaatimuksen 4 mukaisen järjestelyn avulla voidaan säättösauvojen asentovakavuutta edelleen parantaa.

Patenttivaatimuksen 5 mukaista paineenvalvontalaitetta käyttämällä varmistetaan, että säättösauvat pysyvät varmuusasennossa esimerkiksi painehäiriön tapahtuessa.

35

Kytkemällä paineenvalvontalaite ohjausvälineisiin patenttivaatimuksen 6 mukaisella tavalla estetään tämän ohjausvälineen toiminnan häiriytyminen kyseisen laitteen johdosta.

5 Laitteiston patenttivaatimuksen 7 mukainen lisäsovellutusmuoto mahdollistaa säätösauvojen luotettavan ja todella yksinkertaisen korkeusaseman lukituksen tarvitsematta käyttää tätä varten mitään lisälaitteita painesäiliön sisällä.

10 Seuraavassa selostetaan yksityiskohtaisemmin keksinnön kahta sovellutusesimerkkiä ja lisäetuja oheisiin piirustuksiin viitaten, joissa:

 Kuvio 1 esittää pituusleikkausta ohjaustangosta ja säätösauvasta yhdessä kaavamaisesti esitettyjen siirto- ja ohjausvälineiden sekä paineenvalvontalaitteen kanssa;

 kuvio 2 esittää kuvion 1 linjaa II-II pitkin otettua leikkausta;

 kuviot 3a-3e esittävät kukin leikkauskuvanto kuvio-
15 osta 1 säätösauvojen ylöspäin tapahtuvan siirron erivaiheista;

 kuvio 4 esittää kuviota 1 vastaavaa pituusleikkausta eräästä muunnetusta sovellutusmuodosta; ja

 kuviot 5a ja 5b esittävät yksityiskohtaa kuvioista 4 eri käyttöasennoissa.

25 Kuvioden 1 ja 2 mukaisesti lämpöreaktorilla varustettu laitteisto käsittää paineastian 1, josta on esitetty vain leikkauskuvanto. Paineastia 1 sisältää jäähdytysaineena toimivan veden sekä reaktorisydämen, joka käsittää pääasiassa suorat, vertikaaliset, kanavamaiset ydinpoltoainetta sisältävät polttoaine-elementit 2 ja niiden väliin asetetut pystysuorasti liikuteltavat säätösauvat, joihin on kiinnitetty absorptiosauvat 4. Kukin putkimainen säätösauva 3 ympäröi myös putkimaista, polttoaine-elementtien suhteen liikkumatonta ohjaustankoa 6 ensimmäisen rakomaisen rengastilan 7 jäädessä vapaaksi. Ohjaustangot 6

on kierretty sydäntolevyn 11 pystysuoraan poranreikään ja ne kulkevat siinä olevaan painekammioon 15. Ohjaustankojen 6 paremmaksi tukemiseksi on kantolevyn 11 pystysuorat poranreiät pidennetty ylöspäin holkkien 12 avulla.

5 Paineastian 1 sisään liitetty pääohjausjohto 21 on varustettu jäähdytysaineen siirtovälineenä toimivalla pumpulla 5 ja liitetty painepuoleltaan jakelulaitteen 41 välityksellä, josta lähtee säätösauvojen lukumäärää vastaava määrä ohjausjohtoja 21', sydäntolevyyn 11 muodostettuihin

10 kanaviin 14, jotka kulkevat painekammioon 15. Jokaisen säätösauvan 3 yläpää on suljettu ja kannattaa siihen kierrettyä ja mutterin 8' avulla varmistettua karaa 8, joka ulottuu ohjaustankoon 6 asti muodostaen yhdessä sen kanssa toisen rakomaisen rengastilan 9.

15 Säätösauvan 3 sisäpinnan alapäähän on asetettu kolme ensimmäiseen rakomaiseen rengastilaan 7 ulottuvaa kohtisuorassa ohjaustangon 6 pituusakselin suhteen olevaa ympyrän muotoista ripaa 13. Samalla tavoin on ohjaustangon 6 sisäpinnan yläpäähän asetettu kolme toiseen rakomaiseen rengastilaan 9 ulottuvaa kohtisuorassa ohjaustangon 6 pituusakselin suhteen olevaa ympyrän muotoista ripaa 16'.

20 Ohjaustangon 6 koko ulkopintaa pitkin on asetettu rivat 16" ja karan 8 koko pituudelle rivat 18. Rivat 13, 16', 16, 18 on asetettu säännöllisin etäisyyksin, niin että

25 pystysuora välimatka a vierekkäisten vastakkain asetettujen ripojen 13, 16', 16", 18 on kaikkialla sama. Säätösauvan 3 rivat 13 ja ohjaustangon 6 ulkopinnalla olevat rivat 16" muodostavat yhdessä ensimmäisen kuristuskohdan 7', kun taas ohjaustangon 6 sisäpinnalla olevat rivat 16' ja karassa 8 olevat rivat 18 muodostavat toisen kuristuskohdan 9'. Toisen kuristuskohdan 9' alapuolella ohjaustangon 6 sisällä on ensimmäinen painetila 101, ja ensimmäisen ja toisen kuristuskohdan 7' ja 9' välissä toinen painetila 102. Säätösauvan 3 vakavassa tasapainoasennossa

30 on ensimmäisessä kuristuskohdassa 7' säätösauvan 3 jokai-

35

sen rivan 13 alakylki käytännöllisesti katsoen samassa tasossa ohjaustangon 6 ulkopinnalla olevan rivan 16" yläkyljen kanssa, ohjaustangon 6 sisäpinnalla olevien ripojen 16' ollessa suunnilleen karan 8 kahden vierekkäisen rivan 18 välisen keskikohdan korkeudella. Tällöin vakavassa tasapainotilassa (kuviot 1 ja 3a) ensimmäinen kuristuskohta 7 vaikuttaa voimakkaasti kuristavasti, kun taas toisella kuristuskohdalla 9' on vähäisin kuristusvaikutuksensa, niin että toisessa painetilassa 102 vallitseva, säätösauvaa 3 kannattava paine tulee pidetyksi yllä.

Pääohjausjohtoon 21 on asetettu ohjausvälineet 20 käsittäen pumpusta 5 myötävirtaan asetetun ohjausventtiilin 25, käsitoimisen, ohjausventtiilin 25 avulla pikakäyttöisen venttiililaitteen 26 ja laskulaitteen 27, joka ohjausventtiilin 25 kunkin käyttökerran yhteydessä käynnistyy venttiililaitteen 26 välityksellä. Ohjausventtiilin 25 ympäri kulkee ohitusjohto 22, jossa on kuristuskohta 23.

Laitteisto on varustettu lisäksi pääohjausjohtoon 21 liitetyllä paineenvalvontalaitteella 30, joka käsittää painemittarin 31, signaalijohdon 32 ja venttiilijohdon 33 ja joka vaikuttaa pumppuun 5 asetetussa palautusjohdossa 35 olevaan auki/kiinni-tyyppiseen pikahätäventtiiliin 34. Venttiiliohjain 33 on tällöin säädetty siten, että painemittarin 31 mittaaman, ennaltamäärätyn painealueen ulkopuolella olevan paineen yhteydessä hätäventtiili 34 avautuu välittömästi. Tällöin pumpun 5 syöttämä vesimäärä tulee suurimmaksi osaksi kierrätetyksi takaisin palautusjohdon 35 kautta, jolloin ohjaustankojen 6 sisällä oleva paine putoaa niin alhaiseksi, että säätösauvat 3 siirtyvät heti alimpaan varmuusasentoonsa.

Venttiiliohjain 33 on liitetty ohjausjohdon 36 välityksellä venttiililaitteeseen 36 siten, että venttiililaitteen 26 kunkin käyttökerran yhteydessä venttiiliohjain on kytkettynä pois päältä paineiskun tapahtumista varten tarkoitetun optimaalisen ajan aikana.

Venttiililaitetta 26 käytetään sopivimmin painonapin avulla, jolloin kuviossa 1 näkymättömän aikaelimen avulla saavutetaan painonapista riippumaton ohjausventtiilin 25 käyttöaika.

5 Kuvatunlainen laitteisto toimii seuraavasti:

Normaalikäytössä pumppu 5 syöttää vettä painesäiliöstä 1 pääohjausjohdon 21, ohjausjohtojen 21', kanavien 14 ja painekammioiden 15 kautta kuhunkin ensimmäiseen painetilaan 101. Tällöin on ohjausventtiili 25 säädetty tarvittavaa vesimäärää vastaavalla tavalla, hätäventtiilin 34 ollessa suljettuna. Vesi virtaa ensimmäisestä painetilasta 101 toisen rakomaisen rengastilan 9 ja toisen kuristuskohdan 9' kautta toiseen rengastilaan 102, josta se palaa takaisin ensimmäisen rakomaisen rengastilan 7 ja ensimmäisen kuristuskohdan 7' kautta painesäiliöön 1. Tässä käyttötilanteessa säätösauva 3 on vakaassa tasapainoasennossa, jossa - ripojen 13, 16', 16" ja 18 johdosta - toisella kuristuskohdalla 9' on maksimaalinen vedenläpäisevyytensä, so. vähäisin kuristusvaikutus, ja ensimmäisellä kuristuskohdalla 7' voimakas kuristusvaikutus, jolloin pumpun 5 synnyttämä paine siirtyy vain mitättömillä häviöillä toiseen painetilaan 102. Säätösauva 3 lepää siten paineenalaisessa vedessä vakaassa asennossa. Veden paineen vähitellen lisääntyessä tai säätösauvaan 3 kohdistuvan vastaavan ulkoisen voimavaikutuksen yhteydessä sauva siirtyy hieman ylöspäin. Tällöin virtausvastus toisessa kuristuskohdassa 9' lisääntyy ja samalla vastus ensimmäisessä kuristuskohdassa 7' vähenee, niin että vesi virtaa toisesta painetilasta 102 paineastiaan 1 ja säätösauvaa 3 kannattava paine vähenee, jolloin säätösauva palaa takaisin vakaaseen tasapainoasentoonsa. Sen sijaan asteittaisen paineenlaskun tai säätösauvaan 3 kohdistuvan vastaavan voimavaikutuksen yhteydessä sauva siirtyy hieman alaspäin. Siten toisen kuristuskohdan 9' kuristusvaikutus lisääntyy ja ensimmäisen kuristuskohdan 7' kuristusvaikutus pysyy

samana. Ensimmäisessä painetilassa 102 oleva vesi patoutuu hieman ja paine siten nousee, mikä aiheuttaa säätösauvan 3 siirtymisen takaisin ylöspäin vakaaseen tasapainoasentoon-
sa. Veden kokoonpuristumattomuuden ansiosta kuvatulaiset
5 vaikutukset tapahtuvat sängen nopeasti ja säätösauvan 3 siirtymät ovat merkityksettömiä.

Jos nyt säätösauvaa 3 on siirrettävä yksi vaihe ylöspäin, avautuu ohjausventtiili 25 lyhytaikaisesti täysin venttiililaitteen 26 välityksellä. Tämän johdosta lyhytaikaisesti lisääntynyt vesimäärä aiheuttaa ohjausjoh-
10 tojen 21', kanavien 14 ja painekammioiden 15 välityksellä ensimmäiseen painetilaan 101 positiivisen paineiskun. Tämä isku on niin suuri, että se voittaa ensimmäisen ja toisen kuristuskohdan 7' ja vastaavasti 9' edellä selostetun va-
15 kauttavan vaikutuksen ja säätösauva siirtyy ylöspäin kuvio-
oiden 3a-3e mukaisesti yhden vaiheen verran. Tällöin säätösauva 3 siirtyy ensin tasapainoasennostaan (kuvio 3a) niin kauas ulospäin, että ensimmäisessä kuristuskohdassa 7' säätösauvan 3 jokainen ripa 13 (x) saavuttaa ohjaustangon
20 6 ulkopinnassa olevan kahden rivan 16" (y) välisen keskikohdan (kuvio 3b), jolloin kuristusvaikutus palaa takaisin tähän kuristuskohtaan. Samalla toisessa kuristuskohdassa 9' olevat rivat 18 (w) siirtyvät keskiasennosta ripoja 16' (z) vasten, jolloin kuristusvaikutus voimistuu tässä kohdassa (kuvio 3b). Siten paine laskee toisen painetilan 102 sisällä, mikä vaikuttaa jarruttavasti säätösauvaan 3. Tästä jarrutusvaikutuksesta huolimatta säätösauva 3 siirtyy
25 jatkuvuuden ansiosta edelleen ylöspäin kuvion 3c esittämään asentoon, jossa sekä ensimmäisen kuristuskohdan 7' rivat 13 (x), 16" (y) että myös toisen kuristuskohdan 9' rivat 16' (z), 18 (w) saavuttavat suurimman mahdollisen kuristusvaikutuksen. Toisen painetilan 102 sisällä vallitseva suhteellisen matala paine jää kuitenkin edelleenkin
30 alhaiseksi vaikuttaen siten vielä jarruttavasti säätösauvaan 3. Ripojen 13, 16', 16" ja 18 mitoituksen ja asetuk-

sen johdosta menettää säätösauvan 3 uuden ylöspäin siirtymisen yhteydessä ensin toinen kuristuskohta 9' voimakkaimman kuristusvaikutuksensa ja sen jälkeen myös ensimmäinen kuristuskohta 7' (kuvio 3d). Ennen kuin ensimmäinen kuristuskohta 7' menettää voimakkaimman kuristusvaikutuksensa, virtaa paineeltaan korkeampi paineväliaine ensimmäisestä painetilasta 101 toiseen painetilaan 102, niin että säätösauvan 3 putoaminen takaisin aikaisempaan asentoonsa tulee estetyksi. Tämä tapahtuu kuitenkin erittäin lyhyen aikavälin aikana. Tämän jälkeen ensimmäinen kuristuskohta 7' palaa taas asentoon, jossa sillä on pienin kuristusvaikutus (kuvio 3e). Hieman liian korkealla oleva säätösauva 3 tulee nyt lopullisesti jarrutetuksi ja putoaa hieman alaspäin uuteen, siirtovaihetta korkeampaan tasapainoasentoon. Tämä vastaa kuvion 3a mukaista tilannetta, ripojen 13 ja 18 sijaitessa kuitenkin ripojen 16" ja vastaavasti 16' suhteen astetta korkeammalla kuin ennen paineiskua, mikä kuvioissa 3a-3e on ilmoitettukirjaimilla x, y, z ja w merkittyjen ripojen avulla. Ohjaustankojen käyttäytymiseen vaikuttavat ensi sijassa niiden muoto ja omapaino, paineiskun suuruus ja kesto aika, ripojen 13, 16', 16", 18 muoto sekä laitteistossa esiintyvät paineet.

Säätösauva 3 käyttäytyy vastaavalla tavalla siirtyessään alaspäin, jolloin tässä tapauksessa syntyy negatiivinen paineisku ohjausventtiilin 25 lyhytaikaisen sulkemisen avulla. Tällöin kuristuskohdalla 23 varustettu ohitusjohto 22 ylläpitää vähennetyn vesivirtauksen säätösauvan 3 valvomattomasti tapahtuvan alaspäin siirtymisen estämiseksi syvimpään asentoonsa.

Aina kun venttiililaitetta 26 käytetään, käynnistyy myös laskulaite 27, joka laskee vastaavan paineiskun. Koska jokaista paineiskua seuraa säätösauvan 3 siirtyminen yhden siirtovaiheen verran, määritetään säätösauvojen kuloloinenkin asento laskemalla yksinkertaisesti yhteen positiiviset ja negatiiviset paineiskut. Laskulaite 27 voidaan

liittää rekisteriin, joka ilmoittaa suoraan säätösauvojen asennon. Voi myös olla tarkoituksenmukaista yhdistää UND-elimien avulla venttiililaitteesta 26 tulevat signaalit yhdessä painemittarista 31 tulevien signaalien kanssa laskulaitteeseen 27 vain todellisuudessa tapahtuneiden paineiskujen laskemiseksi. On edelleen välttämätöntä, että ohjausväline 20 muodostetaan siten, että hätäventtiilin 34 jokaisen käynnistyksen yhteydessä laskulaite tulee automaattisesti säädetyksi nolnaan.

Kuvion 4 mukaisesti on ensimmäisestä painetilasta 101 johtava ohjausjohto 21' liitetty paineenkevennyseliimeen 50, jota käytetään korkeampien turvallisuusehtojen noudattamista varten. Tällainen paineenkevennyselin on käytössä jokaista säätösauvaa 3 varten. Kuvion 5a mukaisesti paineenkevennyselin 50 käsittää yläpäästään suljetun sylinterin 51, joka on alapäästään yhteydessä putki-istukan 52 välityksellä ohjausjohdon 21' kanssa. Sylinterissä 51 on mäntä 53, jota voidaan siirtää liukuvasti tässä sylinterissä ja joka on varustettu keskikohtansa ulkopuolella olevilla aksiaalisilla läpimenevillä poranrei'illä 54. Männän 53 alapäässä on koaksiaalinen kuristusvaarna 55, jonka lieriömäinen pituus vastaa säätösauvan 3 kahden tasapainoasennon välistä etäisyyttä "a". Tätä kuristusvaarna ympäröi sylinterin 5 pohjaan koaksiaalisesti muodostettu kavennusosa 57, joka muodostaa yhteyden putki-istukan 52 ja sylinterin 51 sisätilan välille. Kavennusosan 57 yläpää on radiaalisten ripojen 58 ympäröimä, joiden varassa mäntä 53 lepää säätösauvan 3 ollessa tasapainoasennossa. Sivuttain kavennusosan 57 viereen on sylinterin 56 pohjaan muodostettu kanava 59, joka yhdistää sylinterin 51 sisätilan paineastian sisäosaan.

Männän 53 paino on mitoitettu siten, että se hieman ylittää kavennusosassa 57 säätösauvan tasapainoasennossa vallitsevan hydraulisen paineen. Toisaalta tämä paino on sitä hydraulista painetta pienempi, joka tarvitaan säätö-

sauvan 3 nostamiseksi tasapainoasennostaan korkeudeltaan seuraavaan vaiheeseen.

Ohjausventtiilin 25 normaalisti synnyttämä positiivinen paineisku nostaa siis ohjausjohdossa 21' olevaa painetta vaikuttaen siten, että säätösauva 3 ja mäntä 53 siirtyvät pääasiassa samanaikaisesti ylöspäin. Heti kun kuristusvaarna 55 lähtee kavennusosasta 57 (kuvio 5b), laskee ohjausjohdossa 21' oleva paine tasolle, jossa mäntä on nostettuna rivoista 58. Tällöin tapahtuu automaattisesti paineenkevennys ohjausjohdossa 21' riippumatta siitä, tuleeeko ohjausventtiili 25 samanaikaisesti tai tietyllä viiveellä suljetuksi vai onko se ylipäättänsä ollenkaan suljettuna. Paineenkevennys kestää niin kauan, että ohjausjohdossa 21' oleva paine on pudonnut männän 53 nostopainetason alapuolelle. Myös silloin, kun ohjausventtiili 25 sulkeutuu normaalisti, putoaa ohjausjohdossa 21' oleva paine normaalisti tasapainoasennossa vallitsevaan paineeseen, niin että myös mäntä 53 putoaa takaisin vakaaseen alimpaan asentoonsa, kuten kuviosta 5a näkyy.

Paineenkevennyselimen 50 avulla saavutetaan siten se, että myös silloin, kun ohjausventtiili 25 ei toimi normaalisti, sulkeutuen esimerkiksi liian myöhään tai jäädessä riippumaan eikä siten lainkaan sulkeudu, säätösauva tulee aina tasapainoasentoon.

On edelleen mahdollista asettaa lisäpaineenkevennyselin ensimmäisen painetilan 101 ja/tai säätösauvan yläpään alle.

Patenttivaatimukset

1. Ydinreaktorilla, erityisesti lämpöreaktorilla
varustettu laitteisto, tämän reaktorin käsittäessä paine-
astian (1), joka sisältää jäähdytysainetta sekä reaktori-
sydämen, joka käsittää pääasiassa suorat, pystyssä olevat
kanavamaiset ydinpolttoainetta sisältävät polttoaine-ele-
mentit (9) sekä niiden väliin asetetut putkimaiset pysty-
suorasti liikkuvat säätösauvat (3), joihin on kiinnitetty
absorptiosauvat (4), siirtovälineiden (5) siirtäessä pai-
neastiasta (1) jäähdytysainetta säätösauvojen (3) liikut-
tamista varten, jolloin jokainen säätösauva (3) ympäröi
myös putkimaista, polttoaine-elementtien (2) suhteen liik-
kumatonta ohjaustankoa (6), ensimmäisen rakomaisen rengas-
tilan (7) jäädessä vapaaksi, ohjaustangon (6) ensimmäisen
painetilan (101) muodostavan sisäosan ollessa liitettyinä
siirtovälineen (5) painepuolelle, jolloin ainakin yksi
ensimmäinen kuristuskohta (7') on sovitettu ensimmäisen
rengastilan (7) yläpäähän, ja jolloin säätösauvan (3) ylä-
pää on suljettuna, niin että siirtovälineiden (5) siirtä-
mä jäähdytysaine virtaa ensimmäisestä painetilasta (101)
ensimmäisessä rakomaisessa rengastilassa (7) olevan kuris-
tuskohdan (7') kautta takaisin paineastiaan (1), t u n -
n e t t u siitä, että jokaisen säätösauvan (3) yläpäähän
on kiinnitetty ohjaustangon (6) sisään ulottuva, sen kans-
sa yhdessä toisen rakomaisen rengastilan (9) muodostava
pystysuora kara (8), että toiseen rakomaiseen rengastilaan
(9) on sovitettu ainakin yksi toinen kuristuskohta (9'),
jolloin toisen kuristuskohdan (9') ja ensimmäisen kuris-
tuskohdan (7') välille muodostuu ainakin yksi toinen pai-
netila (102) ja että laitteistossa on ohjausvälineet (20),
joiden avulla tarpeen vaatiessa voidaan ensimmäisessä pai-
netilassa (101) olevaan jäähdytysaineeseen synnyttää pai-
neiskut.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että molemmat kuristuskohdat (7', 9') on muodostettu kumpaankin rakomaiseen rengastilaan (7, 9) ulottuvina, poikittain ohjaustangon (6) pituusakselin suhteen säännöllisin etäisyyksin asetettuina ripoina (13, 16" ja 16', 18) säätösauvan (3) sisäpinnalle ja ohjaustangon (6) ulko- tai vastaavasti sisäpinnalle sekä karaan (8).

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että vierekkäisten, toistensa suhteen vastakkain asetettujen ripojen välinen etäisyys (a) on noin 10 mm.

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 3 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että kuristuskohdat (7', 9') on asetettu siten, että säätösauvan (3) vakaassa tasapainoasennossa ensimmäisellä kuristuskohdalla (7') on voimakas ja toisella kuristuskohdalla (9') vähäinen kuristusvaikutus, ja että säätösauvan (3) siirtyessä vakaasta tasapainoasennosta ylöspäin ensimmäisen kuristuskohdan (7') kuristusvaikutus pienenee ja toisen kuristuskohdan (9') kuristusvaikutus kasvaa ja että säätösauvan siirtyessä vakaasta tasapainoasennosta alaspäin ensimmäisen kuristuskohdan (7') kuristusvaikutus pysyy suurena ja toisen kuristuskohdan (9') kuristusvaikutus lisääntyy.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 4 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että ohjausvälineet (20) sisältävät paineenvalvontalaitteen (30), joka on liitetty pääohjausjohtoon (21) syöttövälineiden (5) ja jakelulaitteen (41) väliin, josta lähtee säätösauvojen (3) lukumäärää vastaava määrä ohjausjohtoja (21'), paineenvalvontalaitteen (30) aiheuttaessa ennalta määrätyn painealueen ulkopuolella olevien paineiden esiintyessä välittömästi säätösauvojen (3) siirtymisen alaspäin ensimmäisessä painetilassa (101) tapahtuvan paineenlaskun välityksellä.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että ohjausvälineet (20) on liitetty siten paineenvalvontalaitteeseen (30), että ohjausvälineiden aktivoituessa paineiskun synnyttämiseen paineenvalvontalaite (30) on kytkettynä pois päältä paineiskun kestoa varten tarkoitetun optimaalisen ajan kuluessa.

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 6 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että ohjausvälineet (20) on asetettu jatkuvasti identtisten paineiskujen muodostamista varten ja että laitteistossa on laskulaite (27) paineiskujen laskemiseksi.

8. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 7 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että jokainen säätösauva (3) on varustettu vähintään yhdellä paineentasauselimellä (50), joka on yhteydessä ensimmäisen painetilan (101) kanssa ja säädetty paineeseen, joka on suuruudeltaan säätösauvan (3) tasapainoasennon yhteydessä ensimmäisessä painetilassa (101) vallitsevan paineen ja minimipaineen välillä, joka vaaditaan, että siirtovälineet (5) nostaisivat säätösauvan (3) uuteen tasapainoasentoon.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että paineentasauselin (50), joka käsittää ensimmäiseen painetilaan (101) liitetyn sylinterin (51) ja siinä pystysuorasti liukuvan männän (53), joka on varustettu säätösauvan (3) tasapainoasennossa sylinterin (5) liitääntäaukkoon (57) ulottuvalla kuristusvaarnalla (55), jonka pituus on määritetty siten, että positiivisen paineiskun yhteydessä kuristusvaarna (55) työntyy samanaikaisesti ulos liitääntäaukosta (57) kun säätösauva (3) saavuttaa uuden tasapainoasennon.

Patentkrav:

1. Anläggning försedd med en kärnreaktor, speciellt en värmereaktor, som har ett tryckkär (1), vilket inne-
5 håller såväl ett kylmedium som en reaktorkärna, vilken väsentligen består av raka, vertikala, kanalartade, kärnbränsle innehållande bränsleelement (2) och mellan dem anordnade rörformiga, vertikalt rörliga reglerstavar (3), vid vilka absorptionsstavar (4) fästs, varvid befodrings-
10 organ (5) överför kylmedium från tryckkärlet (1) för åstadkommande av rörelse i reglerstavarna (3), varvid varje reglerstav (3) under frilämnande av ett första spaltformigt ringrum (7) omger en likaså rörformig, relativt bränsleelementen (2) stationär gejdstång (6), vars inre,
15 bildande ett första tryckrum (101), är förbundet med befodringsorganens (5) trycksida, varvid åtminstone ett första strypställe (7') är anordnat vid en övre del av det första ringrummet (7), och varvid reglerstavens (3) övre ända är sluten, så att det av befodringsorganen (5)
20 transporterade kylmediet strömmar tillbaka till tryckkärlet (1) från det första tryckrummet (101) genom det första strypstället (7') i det första spaltformiga ringrummet (7), k ä n n e t e c k n a d därav, att i övre ändan av varje reglerstav (3) är fäst en in i det inre av gejdstången (6) gående, tillsammans med denna ett andra spaltformigt ringrum (9) bildande vertikal spindel (8), att i det andra spaltformiga ringrummet (9) är anordnat åtminstone ett andra strypställe (9'), varvid mellan det andra strypstället (9') och det första strypstället (7') bildas åt-
25 minstone ett andra tryckrum (102), och att anläggningen uppvisar styrmedel (20), med vilka vid behov tryckstötter i kylmediet kan alstras i det första tryckrummet (101).

2. Anläggning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att de båda strypställena (7', 9')
35 har bildats av in i vart spaltformiga ringrum (7, 9) gåen-

de, tvärs mot gejdstångens (6) längdaxel anordnade, likformigt i längdriktningen fördelade ribbor (13, 16" och 16', 18) på reglerstavens (3) inneryta och gejdstångens (6) utsida respektivt innersida och på spindeln (8).

5 3. Anläggning enligt patentkravet 2, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att avståndet (a) mellan närliggande, mot varandra ställda ribbor utgör cirka 10 mm.

10 4. Anläggning enligt något av patentkraven 1 - 3,
k ä n n e t e c k n a d därav, att strypställena (7', 9')
är anordnade så, att vid stabilt jämviktsläge hos reglerstaven (3) det första strypstället (7') har en kraftig och det andra strypstället (9') en liten strypverkan, och att vid en förskjutning av reglerstaven (3) uppåt från det stabila jämviktsläget, strypverkan i det första strypstället (7') blir mindre och i det andra strypstället (9') större, och vid en förskjutning nedåt från det stabila jämviktsläget strypverkan i det första strypstället (7') förblir stor och strypverkan i det andra strypstället (9') ökar.

20 5. Anläggning enligt något av patentkraven 1 - 4,
k ä n n e t e c k n a d därav, att styrmedlen (20) omfattar en tryckövervakningsanordning (30), som har anslutits till en huvudstyrledning (21) mellan befodringsorganen (5) och en fördelare (41), från vilken så många styrledningar (21) utgår som antalet reglerstavar (3), och vilken tryckövervakningsanordning (30) vid tryck liggande utanför ett givet tryckområde utan dröjsmål åstadkommer att reglerstavarna (3) förs nedåt genom trycksänkning i det första tryckrummet (101).

30 6. Anläggning enligt patentkravet 5, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att styrmedlen (20) är anslutna till tryckövervakningsanordningen (30), så att då styrmedlen (20) aktiveras för att alstra en tryckstöt, tryckövervakningsanordningen (30) är fränkopplad under en för tryckstöten avsedd optimal tidsrymd.

35

7. Anläggning enligt något av patentkraven 1 - 6,
k ä n n e t e c k n a d därav, att styrmedlen (20) har
anordnats att alstra ständigt likadana tryckstötter och att
anläggningen uppvisar en räkneanordning (27) för räkning
5 av tryckstöterna.

8. Anläggning enligt något av patentkraven 1 - 7,
k ä n n e t e c k n a d därav, att för varje reglerstav
(3) finns åtminstone ett tryckavlastningsorgan (50), som
kommunicerar med det första tryckrummet (101) och som är
10 inställt för ett tryck, som ligger mellan det i det första
tryckrummet (101) vid jämviktsläge hos reglerstaven (3)
rådande och det minimitryck, som befodringsmedlen (5)
skall uppbringa för en höjning av reglerstaven (3) till
ett nytt jämviktsläge.

9. Anläggning enligt patentkravet 8, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att tryckavlastningsorganet (50)
består av en till det första tryckrummet (101) ansluten
cylinder (51) och en däri vertikalt glidande kolv (53),
som har ett vid jämviktsläge hos reglerstaven (3) in i
20 cylinderns (51) anslutningsöppning (57) gående strypstift
(55), vars längd har bestämts så, att vid en positiv
tryckstöt strypstiftet (55) går ut ur anslutningsöppningen
(57) samtidigt som reglerstaven (3) intar det nya jäm-
viktsläget.

25

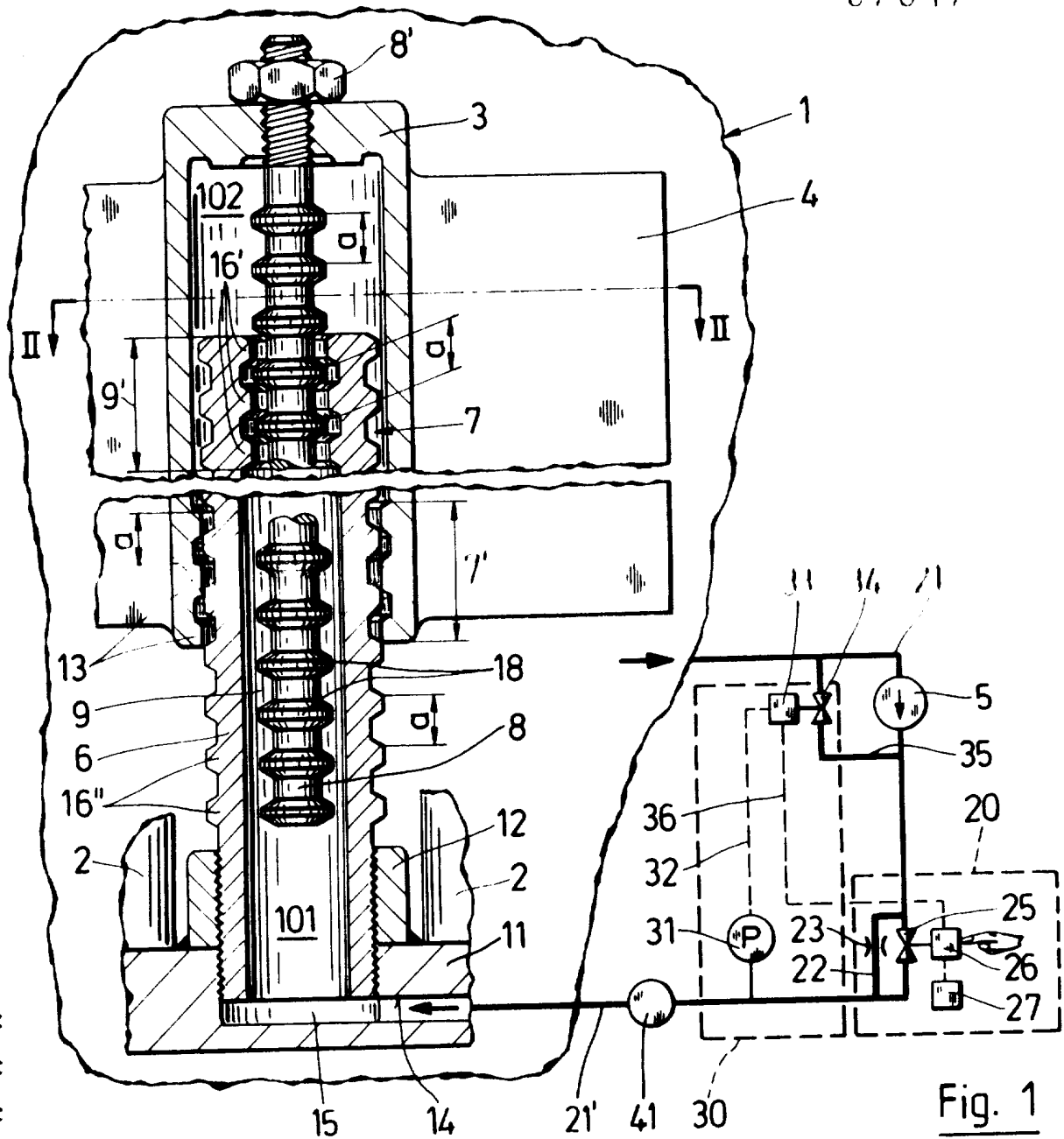


Fig. 1

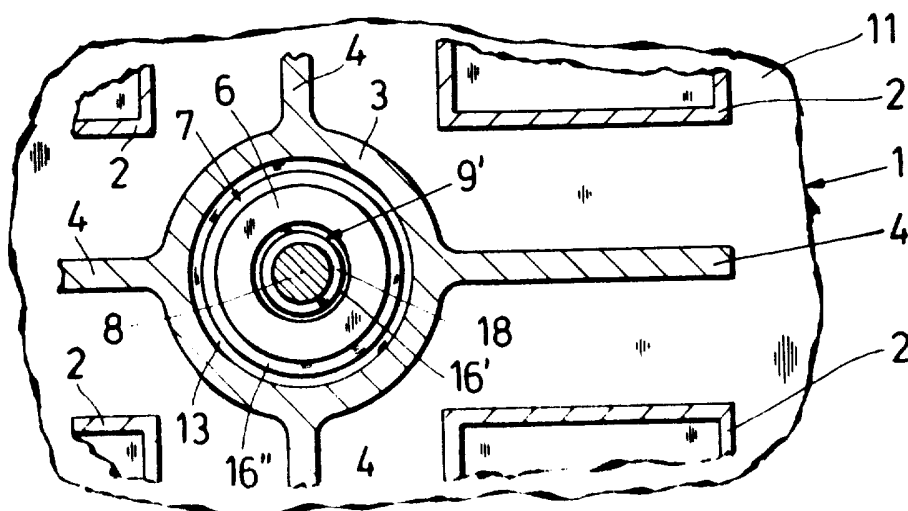


Fig. 2

