

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 760914 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS  
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG  
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE  
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 760914

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -  
International patent classification (IPC<sup>1</sup>)  
**F28D 7/00**

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 05.04.1976

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 05.04.1976

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 06.10.1977

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 12.06.2019

(71) Hakija - Sökande - Applicant

- 1 •Lipets, Adolf Usherovich, prospekt Lenina, 150a kv. 38 Podolsk Moskovskoi oblasti, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 2 •Moskvichev, Viktor Fedorovich, ulitsa Entuziastov, 10 kv. 9 Podolsk Moskovskoi oblasti, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 3 •Katyshev, Georgy Viktorovich, ulitsa Entuziastov, 16 kv. 13 Podolsk Moskovskoi oblasti, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 4 •Artemov, Lev Nikolaevich, Ulitsa Pravdy 24 A, kv. 44 Podolsk, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 5 •Bakanov, Anatoly Fedorovich, Ulitsa Ordshonikidze 13, kv. 40 Podolsk, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 6 •Shamarokova, Raisa Nikiforvona, Gulevsky proezd, 8%5, kv. 60 Podolsk Moskovskoi oblasti, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 7 •Dolgy, Alexei Arsentievich, Revprospekt 16, kv. 23 Podolsk Moskovskoi oblasti, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 8 •Eletsky, Stanislav Alexandrovich, ulitsa Mashinostrotelei, 28, kv. 75 Podolsk Moskovskoi oblast, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 9 •Grinberg, Yakov Natanovich, ulitsa Entuziastov, 3 kv. 28 Podolsk Moskovskoi oblasti, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 10 •Ardamatsky, Vitaly Andreevich, Gulevsky proezd, 6, kv. 5 Podolsk Moskovskoi oblasti, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 11 •Vivisk, Svyatoslav Nikolaevich, Bolnichy prpezd, 3, kv. 56 Podolsk Moskovskoi oblasti, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 12 •Zavedeev, Vasily Evdokimovich, Poselok Sosny, 7, kv. 75 Minsk, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 13 •Zevin, Ilya Julievich, ulitsa Fevral'skaya 54&150, kv. 80 Podolsk Moskovskoi oblasti, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 14 •Fadeev, Evgeny Alexeevich, ulitsa Sevanskaya, 7, korpus 1, kv. 64 Moskva, USSR, U.R.S.S., (SU)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

- 1 •Lipets, Adolf Usherovich, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 2 •Moskvichev, Viktor Fedorovich, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 3 •Katyshev, Georgy Viktorovich, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 4 •Artemov, Lev Nikolaevich, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 5 •Bakanov, Anatoly Fedorovich, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 6 •Shamarokova, Raisa Nikiforvona, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 7 •Dolgy, Alexei Arsentievich, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 8 •Eletsky, Stanislav Alexandrovich, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 9 •Grinberg, Yakov Natanovich, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 10 •Ardamatsky, Vitaly Andreevich, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 11 •Vivisk, Svyatoslav Nikolaevich, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 12 •Zavedeev, Vasily Evdokimovich, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 13 •Zevin, Ilya Julievich, USSR, U.R.S.S., (SU)
- 14 •Fadeev, Evgeny Alexeevich, USSR, U.R.S.S., (SU)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

**Kolster Oy Ab**, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

**Modulaarinen lämmönvaihdin ja menetelmä sen käyttämiseksi**

**Modulär värmeväxlare och förfarande för dess drift**

Adolf Usherovich Lipets, prospekt Lenina, 150a, kv. 38, Podolsk,  
Viktor Fedorovich Moskvichev, ulitsa Entuziastov, 10, kv. 9, Podolsk,  
Georgy Viktorovich Katyshev, ulitsa Entuziastov, 16, kv. 13, Podolsk,  
Lev Nikolaevich Artemov, ulitsa Pravdy, 24A, kv. 44, Podolsk,  
Anatoly Fedorovich Bakanov, ulitsa Ordzhonikidze, 13, kv. 40, Podolsk,  
Raisa Nikiforovna Shamarokova, Gulevsky proezd, 8/5 kv. 60, Podolsk,  
Alexei Arsentievich Dolgy, Revprospekt 16, kv. 23, Podolsk,  
Stanislav Alexandrovich Eletsy, ulitsa Mashinostroitelei, 28, kv. 75, Podolsk,  
Yakov Natanovich Grinberg, ulitsa Entuziastov, 3, kv. 28, Podolsk,  
Vitaly Andreevich Ardamatsky, Gulevsky proezd, 6, kv. 5, Podolsk,  
Svyatoslav Nikolaevich Vivsik, Bolnichy proezd, 3, kv. 56, Podolsk,  
Vasily Evdokimovich Zavedeev, Poselok Sosny, 7, kv. 75, Minsk,  
Ilya Julievich Zevin, ulitsa Fevral'skaya, 54/150, kv. 80, Podolsk,  
Evgeny Alexeevich Fadeev, ulitsa Sevanskaya, 7, korpus 1, kv. 64, Moskova,  
Neuvostoliitto.

Modulaarinen lämmönvaihdin ja menetelmä sen käyttämiseksi - Modulär värmeväxlare och förfarande för dess drift

Esiteltävä keksintö kohdistuu lämmönvaihtolaitteisiin ja tarkemmin sanottuna modulaarisiin lämmönvaihtimiin.

Tätä keksintöä voidaan edullisesti käyttää kemiallisessa, petrokemiallisessa, voima- ja ruokatarvike- sekä muissa teollisuuksissa veden, vesihöyryn kaasujen ja erilaisten kemiallisten aineiden kuumentamiseen tai jäähdyttämiseen niiden ollessa nesteitä, höyryinä tai kaasuina. Sitä voidaan edullisimmin käyttää toisen jäähdytysaineen kondensoimiseksi ja toisen kuumentamiseksi erikoisesti atomivoimalaitosten välittävissä vesihöyryn superkuumentimissa.

Alalla tunnetaan rekuperatiivinen lämmönvaihdin, joka muodostuu kimpusta suoria putkia, jotka muodostavat kuumennuspinnan, joka kimppu on asennettu koteloon. Mainittujen putkien avoimet päät liittyvät mainittuun koteloon tuettuihin putkilevyihin. Pallomaisten kupujen sulkevat putkilevyt muodostavat syöttö- ja poistopäät jäähdytysainetta varten, joka huuhtelee mainittujen putkien sisäpintoja. Holkit toisen jäähdytysaineen, joka huuhtelee mainitun lämmönvaihtimen putkien välistä tilaa, syöttämiseksi ja poistamiseksi on asennettu mainittuun koteloon putkilevyjen alueelle. Mainittu syöttöpää on varustettu holkillä, jonka lävitse ensimmäinen jäähdytysaine johdetaan mainittuihin putkiin, joissa lämmönvaihto tapahtuu, sitten ensimmäinen jäähdytysaine poistetaan mainituista putkista mainittuun poistopäähän asennetun holkin kautta.

Toista jäähdytysainetta johdetaan putkien väliseen tilaan syöttöholkin kautta, joka on asennettu koteloon toisen mainitun putkilevyn alueelle, jossa kotelossa lämmönvaihto tapahtuu; tämä jäähdytysaine poistetaan sitten ulostuloholkin kautta, joka on asennettu koteloon toisen putkilevyn alueelle. Tässä tapauksessa jäähdytysaineita käytetään pääasiassa kertaläpäisyvirtauksena.

Täten suunniteltuja lämmönvaihtimia käytetään verrattain harvoin, koska määrätyissä käyttöolosuhteissa asetetaan lukuisia lisävaatimuksia, joiden täyttäminen johtaa mainitun lämmönvaihtimen monimutkaiseen suunnitteluun.

Ensiksikin, lämmönvaihtimia käytettäessä olosuhteissa, joissa esiintyy suuri lämpötilaero jäähdytysaineiden välillä, muodostuu voimakkaita lämpörasituksia mainittujen putkien ja mainitun kotelon erilaisten lämpötilamuutosten vuoksi, mikä vaatii kompensointimahdollisuuksien järjestämisen mainittuun lämmönvaihtimeen.

Toiseksi, pienten lämmönvaihtimien tapauksissa, kotelon läpimitan ollessa pienemmän kuin 1 metri, vaurioituneiden putkien korjaus vaikeutuu, koska on välttämätöntä leikata irti pallomainen kupu tätä varten, mikä tekee korjaukset paljon työtä vaativiksi toimenpiteiksi.

Suurten lämmönvaihtimien tapauksissa, kotelon läpimitan ollessa suuremman kuin 1 metri, mikroskooppisten vuotojen havaitseminen kohdissa, joissa putkien avoimet päät liittyvät mainittuihin putkilevyihin, vaikeutuu mainittujen putkien suuren lukumäärän vuoksi. Tämä on erikoisen tärkeää siirrettäessä lämpöä ensiöpiiristä toisiopiiriin atomivoimalaitoksissa.

Kolmanneksi mittojen kasvu mainitussa lämmönvaihtimessa johtaa sen pidentyneeseen valmistusaikaan, pääasiassa suuresta työmäärästä johtuen mainittuja putkilevyjä valmistettaessa, erikoisesti käytettäessä suurpainaisia jäähdytysaineita, koska putkilevyn paksuus kasvaa oleellisesti.

Ja lopuksi suurissa lämmönvaihtimissa, joissa putkikimppun läpimitta

on suurempi kuin yksi metri, on havaittu oleellista epätasaisuutta jäähdytysaineen jakautumisessa putkien sisäpuolisessa tilassa niiden poikkileikkauksen suhteen mainitun jäähdytysaineen sivusta tapahtuvan syötön ja poiston vuoksi, joka alentaa kuumennuspinnalta poistetun lämmön määrää aikayksikköä kohden, so. alentaa lämmön siirtymisnopeutta putkien ulkopinnalta mainittuun jäähdytysaineeseen, jolloin lämpöhäviöiden korvaamiseksi on välttämätöntä suurentaa lämmityspinta-alaa, mikä aiheuttaa suurentuneen metallitarpeen mainittuun lämmönvaihtimeen.

Lämmönvaihtimien suunnittelukaavioiden suurin eroavaisuus johtuu ratkaisuista mainittujen putkien ja kotelon välisten lämpötilamuutosten tasaamiseksi.

Alalla tunnetaan lämmönvaihdin, jonka suunnittelu vastaa edellä esitettyä, missä ratkaisussa käytetään lämpörasitusten kompensoimista. Tämä tasauslaite muodostuu poimutetusta sisäkappaleesta, joka on osa mainitun lämmönvaihtimen kotelosta. Tällaista lämmönvaihtimen rakennetta voidaan käyttää vain tapauksissa, joissa putkien välisessä tilassa käytetään pienen paineen omaavaa jäähdytysainetta. Käytettäessä suurpaineista jäähdytysainetta tarvitaan verrattain paksu mainittu kotelo ja tasaaja, jolloin mainitun tasaajan rakentaminen tulee yleensä monimutkaisemmaksi ja useissa tapauksissa sen valmistaminen on yleensä mahdotonta, koska paksut poimut menettävät kimmoisuutensa.

Alalla tunnetaan lisäksi lämmönvaihdin, jossa lämpötilamuutokset kompensoidaan "kelluvan huipun" avulla.

Tunnettu lämmönvaihdin muodostuu suorista putkista, joiden avoimet päät on kiinnitetty kahteen putkilevyyn. Toiseen putkilevyistä, putkien avoimien päiden puolelle on asennettu jakopäät jäähdytysaineen syöttämiseksi mainittuihin putkiin ja sen poistamiseksi niistä. Toiseen putkilevyyn, myös putkien avoimien päiden puolelle, on asennettu laite mainittujen putkien lämpötilamuutosten kompensoimiseksi, joita esiintyy mainittua lämmönvaihdinta käytettäessä. Tämä laite, jota kutsutaan "kelluvaksi huipuksi", muodostaa itsessään suljetun osaston putkien sisäpuolella kulkevaa jäähdytysainetta varten, jota osastoa rajoittaa toiselta puolelta putkilevy ja toiselta puolelta pallomainen kupu. Jälkimmäinen on hermeetisesti ja vapaasti liikkuvasti kiinnitetty koteloon, josta aiheutuu mahdollisuus mainitun "kelluvan huipun" siirtymiselle kotelon suhteen, mikä siirtymä aiheutuu mainitun kimpun putkien ja kotelon välisten lämpötilaerojen aiheuttamista muutoksista.

Epäkohtana tällaisessa lämmönvaihtimessa on sen vaatima huomattava metallimäärä ja suuri työtarve mainitun "kelluvan huipun" valmistamisesta johtuen ja tarpeesta sen säännölliseen tarkastukseen ja korjauksiin käytössä.

On ehdotettu vielä erästä menetelmää lämpötilaerojen aiheuttamien muutosten poistamiseksi kotelon ja putkien välillä lämmönvaihtimessa mainitun kotelon ja putkien materiaalien valinnan avulla. Kotelon ja mainittujen putkien mainittujen materiaalien lämpötilalaajenemiskertoimet ovat sellaiset, ettei missään mainitun lämmönvaihtimen käyttöolosuhteissa esiinny vaarallisia termisiä jännityksiä. Lämmönvaihtimien tällainen toteutus vaatii kuitenkin runsaan rakennemateriaalien valinnan. Tätä ratkaisua on käytetty valmistettaessa atomivoimalaitosten höyrygeneraattoreita.

Alalla tunnetaan lämmönvaihdin, jossa lämpötilan aiheuttamat laajenemiset on poistettu käyttämällä Field-putkia. Nämä kuitenkin monimutkaiset suunnittelua huomattavasti ja niissä tarvitaan lähes kaksinkertainen metallimäärä kuumennuspinnan suhteen.

Lisäksi alalla tunnetaan lämmönvaihdin, joka on kuori-ja-putki-tyyppiä, jossa lämpötilamuutosten aiheuttaman deformaation tuomat vaikeudet kompensoidaan yksinkertaistamalla valmistusteknologiaa ja yhteenliittämistä ja joka menetelmä ratkaisee onnituneesti nämä vaikeudet.

Tässä tunnetussa lämmönvaihtimessa kuumennuspinta muodostetaan suuresta määrästä putkikimppuja. Mainittujen putkien avoimet päät on liitetty putkilevyihin. Pallomainen kupu sulkee putkilevyt, jolloin yhdessä putkilevyjen kanssa muodostuu syöttö- ja poistokammiot ensimmäistä jäähdytysainetta varten. Mainitun jäähdytysaineen syöttäminen mainittuihin kammioihin ja sen poistaminen niistä suoritetaan erikoiseen putkilevyyn kiinnitettyjen putkien kautta, joka putkilevy on kiinnitetty mainitun lämmönvaihtimen vaippaan. Näiden putkien pituus riittää kompensoimaan lämpötilaerojen aiheuttamat muutokset mainitun kimpun putkissa ja kuoressa. Kimpuihin muodostuu kanavia toisen jäähdytysaineen läpikulkua varten. Vierekkäisten putkikimppujen mainittujen pallomaisten kupujen väliin on muodostettu aukkoja mainitun jäähdytysaineen tasaista jakautumista varten pitkin kimpun poikkileikkausta. Tällainen aukko muodostuu siitä syystä, että mainitun putkilevyn läpimitta on pienempi kuin siihen kuusikulmioon piirretyn ympyrän halkaisija, jonka sisään kimppuun sijoitetut putket joutuvat.

Putkikimppujen sellainen poikkileikkaus tekee mahdolliseksi niiden sijoittamisen tiiviisti mainittuun kuoreen, jolloin jäähdytysaineen "vuodot" vähenevät, millä "vuodoilla" tarkoitamme sitä osaa mainitusta jäähdytysaineesta, joka siirtyy kuumennuspinnan alapuolelle. Putkien sijoittaminen kimpuiksi vaatii kimpun kehällä sijaitsevien putkien päiden taivuttamisen.

Mainittua lämmönvaihdinta käytettäessä havaitaan vielä jäähdytysaineen epätyydyttävä ja epätasainen kuumennuspintojen huuhtelu, mikä jäähdytysaine kulkee putkien välisessä tilassa, kimppujen välisten suurentuneiden aukkojen vuoksi, mikä aiheutuu mainitun lämmönvaihtajan asennustekno-

logiasta sekä seisovista alueista, joita muodostuu mainitun jäähdytysaineen virratessa putkikimppujen pallomaisia kupuja vastaan. Tämä johtaa lämmön poistumisen vähenemiseen kuumennuspinnalta. Lisäksi kimpun ulkokehälle asennettujen putkien päiden taivuttaminen niiden sijoittamiseksi mainittuun putkilevyyn nostaa työmäärää kimppua valmistettaessa ja siten koko lämmönvaihtimen vaatimaa työmäärää. Lisäksi vaurioitunutta putkea on mahdoton havaita ja sen korjaaminen poistamatta pallomaista kupua leikkaamalla on vaikeaa, mistä aiheutuu mainitun lämmönvaihtimen monimutkainen korjaus.

Alalla tunnetaan myös moduulilämmönvaihdin, joka käsittää rinnakkain yhdistettyjä moduleja, jotka yhdistyvät huippuosan kanssa.

Jokainen moduli vastaa itsessään lämmönvaihdinta muodostuen kotelosta, jonka sisäpuolelle on asennettu kimppu suoria putkia ensimmäistä jäähdytysainetta varten. Mainittujen putkien avoimet päät liittyvät putkilevyihin. Nämä on kiinnitetty mainittuun koteloon. Toinen putkilevyistä, putkien avoimien päiden puolelta, on suljettu pallomaisen kuvun avulla, johon on asennettu holkki ensimmäisen jäähdytysaineen syöttämistä varten. Toinen putkilevy, myös putkien avoimien päiden puolelta, on suljettu pallomaisella kuvulla, johon on asennettu holkki ensimmäisen jäähdytysaineen poistamista varten. Mainitut putkilevyt, jotka on suljettu putkien avoimien päiden puolelta mainituilla holkeilla varustetuilla pallomaisilla kuvuilla, muodostavat syöttö- ja poistokammiot ensimmäistä jäähdytysainetta varten.

Mainitun modulin koteloon, mainittujen putkilevyjen alueelle, on asennettu holkit vastaavasti toisen jäähdytysaineen syöttämiseksi ja poistamiseksi, jota jäähdytysainetta johdetaan putkien väliseen tilaan. Keski-kohdastaan kotelo yhdessä mainitun putkikimppun kanssa on taivutettu  $180^{\circ}$  lämpötilaerojen aiheuttamien muutosten kompensoimiseksi mainituissa putkissa ja kotelossa. Lisäksi mainittuun moduulilämmönvaihtajaan kuuluu syöttö- ja poistopäät ensimmäistä jäähdytysainetta varten sekä syöttö- ja poistopäät toista jäähdytysainetta varten. Mainitut holkit ensimmäisen jäähdytysaineen syöttämiseksi ja poistamiseksi yhtyvät vastaavasti ensimmäisen jäähdytysaineen syöttö- ja poistopäihin. Mainitun modulin koteloon asennetut holkit toisen jäähdytysaineen syöttö- ja poistopäihin.

Mainittua moduulilämmönvaihdinta käytettäessä ensimmäistä jäähdytysainetta syötetään syöttöpäähän, josta se siirtyy putkien kautta syöttöholkin lävitse syöttökammioihin ja sitten mainitun kimpun putkiin. Samanaikaisesti toista jäähdytysainetta syötetään sen syöttöpäähän, josta se siirtyy putkien välityksellä syöttöholkkien lävitse putkien väliseen tilaan. Lämmönvaihto tapahtuu ensimmäisen ja toisen jäähdytysaineen välillä, minkä jälkeen ensimmäinen ja toinen jäähdytysaine virtaa vastaavasti poistopäihin.

Mainitussa modulilämmönvaihtimessa vaikeudet on ratkaistu kompensoimalla lämpötilaerojen aiheuttamat muutokset mainituissa putkissa ja kotelossa, tekemällä mainitun lämmönvaihtimen korjaukset helpommiksi poistamalla vaurioitunut moduli, yksinkertaistamalla mainittujen modulien valmistusteknologia, mahdollisuudella valmistaa ne liukuhihnaperiaatteen mukaan ja myös valmistamalla eri kapasiteetin omaavat lämmönvaihtimet valitsemalla selektiivisesti mainittuja moduleja muuttamatta niiden rakennetta.

Tunnettu modulilämmönvaihdin muodostuu kuitenkin erittäin monimutkaisesta putkistosysteemistä molempien mainittujen jäähdytysaineiden syöttämistä ja poistamista varten, mikä heikentää mainitun lämmönvaihtimen luotettavuutta käytössä. Mainituissa moduleissa käytetään suurta taivutussädetä, joka nostaa lämmönvaihtimen tarvitsevaa tilaa. Vaurioituneiden putkien havaitseminen on vaikeutunut. Mainitun modulin poistamiseksi on välttämättä irroitettava leikkaamalla mainittu pallomainen kupu. Suurentuneet hydrauliset häviöt, joita liittyy tähän lämmönvaihtimeen pieniläpimittaisen lisäputkiston vuoksi syöttöä ja poistoa varten, alentavat sen tehokkuutta esimerkiksi höyryturbiiniyksiköissä.

Esiteltävän keksinnön tarkoituksena on aikaansaada yhtenäisen ja yksinkertaisen rakenteen omaava modulilämmönvaihdin.

Esiteltävän keksinnön toisena kohteena on alentaa lämpötilaerojen aiheuttamia muutoksia mainituissa putkissa ja kotelossa.

Edellämainittuihin ja muihin kohteisiin liittyen esiteltävän keksinnön oleellinen piirre on modulilämmönvaihtaja, joka muodostuu rinnakkain kytketyistä moduleista, jolloin jokainen moduli muodostuu kotelosta, jonka sisälle on sijoitettu suoria putkia oleva kimppu ensimmäistä jäähdytysainetta varten, jotka putket kiinnittyvät avoimista päistään mainittuun koteloon kiinnitettyihin putkilevyihin, jolloin kotelossa on syöttö ja poisto toista jäähdytysainetta varten, joka huuhtelee putkien välistä tilaa ja jolloin keksinnön mukaisesti mainitut modulit on sijoitettu ensimmäistä jäähdytysainetta varten tarkoitettuun kuoreen, jota jäähdytysainetta johdetaan mainittuihin suoriin putkiin ja modulien väliseen tilaan ja joka kuori on varustettu syötöllä ja poistolla toista jäähdytysainetta varten; tässä tapauksessa modulien väliseen tilaan niiden koko pituudelta on asetettu välikappaleita, joiden avulla taataan lämmönvaihtokertoimien yhtäsuuruus mainittujen suorien putkien sisällä ja mainittujen modulien välillä.

Mainitut ja muut kohteet saavutetaan myös mainitun modulilämmönvaihtajan käyttömenetelmän avulla, jolloin ensimmäistä jäähdytysainetta johdetaan jokaisen mainitun modulin suoriin putkiin, mikä aine huuhtelee niiden sisäpintoja ja toista jäähdytysainetta johdetaan putkien väliseen tilaan jokaisessa mainitussa modulissa, mikä jäähdytysaine huuhtelee putkien ulkopintoja

ja jokaisen mainitun modulin kotelon sisäpintaa, jolloin keksinnön mukaisesti ensimmäistä jäähdytysainetta johdetaan kuoreen, mikä aine huuhtelee mainittujen moduliin kuorien ulkopintoja.

Mainitun modulilämmönvaihtajan tämä toteutus ja sen mainittu käyttömenetelmä vähentävät tai vieläpä täysin poistavat termisten rasitusten esiintymisen mainittujen moduliin putkissa ja koteloissa tasoittamalla mainittujen moduliin putkien ja koteloiden lämpötilakenttää, mikä tasaantuminen saavutetaan syöttämällä samaa jäähdytysainetta mainittujen moduliin putkiin ja mainittujen moduliin väliseen tilaan.

On tarkoituksenmukaista, jos toisen jäähdytysaineen syöttöön jokaisen mainitun moduliin putkien väliseen tilaan käytetään toista mainituista putkilevyistä ja sen poistoon toista. Tällöin on mahdollista luopua pallomaisista kuvuista mainitun moduliin koteloissa, minkä tuloksena vaurioituneen moduliin havaitseminen ja korjaus tulee huomattavasti helpommaksi. Lisäksi mainittujen pallomaisten kupujen puuttuminen parantaa mainittujen moduliin asennustiiviyttä lämmönvaihtimessa, vähentää mainittuja seisovia kohtia mainittujen moduliin putkilevyjen alueella, jotka kohdat alentavat lämmön siirtymistä kuumennuspinnolta ja alentaa mainitun lämmönvaihtimen metallitarvetta.

On suositeltavaa, että toisen jäähdytysaineen syöttö ja poisto suoritetaan koteloon kiinnitettyjen lisäputkilevyjen avulla, jotka sijaitsevat mainittujen moduliin vastakkaisilla puolilla ja jotka putkilevyt on kiinnitetty putkien avoimiin päihin, joiden avulla toinen jäähdytysaine syötetään jokaisen mainitun moduliin putkien väliseen tilaan.

Mainitun lämmönvaihtimen tällainen toteutus yksinkertaistaa huomattavasti sen korjausta irroittamalla erilleen vaurioitunut moduli ilman, että tarvitsee tunkeutua kuoren sisätilaan, mikä on erikoisen tärkeää käytettäessä mainittua lämmönvaihdinta atomivoimalaitoksen ensiöpiirissä. Lisäksi taivutettuja putkia käytetään toisen jäähdytysaineen syöttöä ja poistoa varten mainittujen moduliin putkien väliseen tilaan, josta aiheutuu lämpötilaerojen aiheuttamien muutosten kompensoiminen moduleissa ja mainitun lämmönvaihtimen kuoressa, joten ei tarvita tasaajaa mainitun lämmönvaihtimen kotelossa, mikä ratkaisu alentaa sen valmistuskustannuksia.

Keksinnön muut kohteet ja edut ilmenevät tarkemmin seuraavasta toteutusesimerkistä sekä mukaanliitetyistä piirroksista, joista

kuvio 1 esittää kaaviollisesti keksinnön mukaista modulilämmönvaihdinta pitkittäisleikkauksena;

kuvio 2 esittää keksinnön mukaista modulia pitkittäisleikkauksena ja

kuvio 3 esittää leikkausta pitkin viivaa III - III kuviossa 1.

Modulilämmönvaihdin käsittää kuoren 1 (kuvio 1) ensimmäistä jäähdytys-



ainetta varten; mainittuun kuoreen on asennettu moduleja 2 kytkettyinä rinnakkain. Jokaiseen moduliin 2 kuuluu kotelo 3, jonka sisälle on sijoitettu suorista putkista 4 muodostuva kimppu (kuvio 2) ensimmäistä jäähdytysainetta varten. Ensimmäinen jäähdytysaine on esitetty yhtämittaisilla nuoleilla ja toinen jäähdytysaine katkoviivoilla piirrettyllä nuolella. Mainittujen putkien 4 avoimet päät on kiinnitetty putkilevyihin 5 ja 5a, jotka levyt on vuorostaan kiinnitetty koteloon 3.

Modulin putkien välistä tilaa huuhtelevan toisen jäähdytysaineen syöttö suoritetaan toisen mainitun putkilevyn 5 kautta ja sen poisto toisen putkilevyn 5a kautta. Mainittujen modulien 2 väliseen tilaan koko pituudelta on sijoitettu välikappaleita 6 (kuvio 3), jotka takaavat lämmönvaihtokertoimien yhtäsuuruuden suorien putkien 4 sisäpuolella ja mainittujen modulien 2 välillä. Mainittuun kuoreen 1 on asennettu lisäputkilevyt 7, 7a (kuvio 1), jotka on kiinnitetty mainittujen modulien 2 vastakkaisille puolille. Toisen jäähdytysaineen syöttö jokaisen mainitun modulin 2 putkien väliseen tilaan suoritetaan putkien 8 avulla, joiden avoimet päät on kiinnitetty lisäputkilevyyn 7 ja putkilevyyn 5 (kuvio 2). Toisen jäähdytysaineen poisto jokaisen modulin putkien välisestä tilasta suoritetaan putkien 8a avulla (kuvio 1), joiden avoimet päät on kiinnitetty lisäputkilevyyn 7a ja putkilevyyn 5a (kuvio 2). Toisen jäähdytysaineen syöttö ja poisto moduliin 2 suoritetaan vastaavasti putkilevyjen 5 ja 5a kautta; mainitut syöttö ja poisto on sijoitettu toisiaan vastakkain ja niiden väliin on asennettu välikappale 9, joka takaa toisen jäähdytysaineen tasaisen jakautumisen mainitun modulin 2 putkien väliseen tilaan. Käytettäessä kondensoituvaa väliainetta toisena jäähdytysaineena ei mainittua välikappaletta 9 tarvita. (Kuoreen 1 (kuvio 1)) kuuluu lyhyt putki 10 ensimmäisen jäähdytysaineen syöttämiseksi mainittujen modulien väliseen tilaan ja suoriin putkiin 4 (kuvio 2) jokaisessa modulissa 2 ja lyhyt putki 10a (kuvio 1) ensimmäisen jäähdytysaineen poistamiseksi. Lisäputkilevyt 7,7a suljetaan vastaavasti pallomaisten kupujen 11, 11a avulla. Toisen jäähdytysaineen syöttämiseksi pallomaiseen kupuun 11 on kiinnitetty lyhyt putki 12 ja lyhyt putki 12a on kiinnitetty pallomaiseen kupuun 11a mainitun jäähdytysaineen poistamiseksi.

Mainitun lämmönvaihtimen käyttötapa on seuraava.

Ensimmäistä jäähdytysainetta, esimerkiksi matalapaineista vesihöyryä, syötetään lyhyen putken 10 kautta kuoreen 1, josta se siirtyy jokaisessa mainitussa modulissa 2 oleviin suoriin putkiin 4 ja modulien väliseen tilaan, jossa se huuhtelee kotelon 3 ulkopintaa ja modulien 2 putkien 4 sisäpintaa. Toinen jäähdytysaine, esimerkiksi korkeapaineinen höyry, johdetaan lyhyen putken 12 kautta mainittujen modulien 2 putkien väliseen tilaan putkien 8 kautta ja tämä jäähdytysaine huuhtelee putkien 4 ulkopintoja ja mainittujen

modulien 2 kotelon 3 sisäpintaa. Tapahtuu matalapaineisen höyryn ylikuumeneminen. Ylikuumentunut, matalapaineinen vesihöyry poistuu sitten putkista 4 ja modulien välisestä tilasta lyhyen putken 10a kautta. Kondensoitunut, korkeapaineinen vesihöyry poistuu jokaisen mainitun modulin putkien välisestä tilasta putkien 8 kautta lyhyen putken 12a lävitse. Välikappaleet 6 (kuvio 3) takaavat matalapaineisen vesihöyryn kulutuksen välttämättömän vastaavaisuuden suorien putkien 4 sisäpuolella ja mainittujen modulien 2 koteloiden välillä, mikä vastaavaisuus aiheutuu lämpötilojen tasaantumisesta putkien 4 pinnoilla ja kotelon 3 pinnalla.

Tuloksena modulit 2 eivät vaadi mitään välinettä mainittujen lämpötilojen aiheuttamien muutosten kompensoimiseksi ja siten voidaan ne valmistaa suorista putkista niiden jäähdytysaineen jokaista lämpötilaa varten, mikä huomattavasti yksinkertaistaa mainitun lämmönvaihtimen rakennetta. Mainittujen modulien rakennuslaatu voi olla erittäin korkea, koska kaikki liitokset ovat käsillä lopputarkastusta varten.

Mainittua lämmönvaihdinta käytettäessä jokainen vuoto pääkappaleissa voidaan helposti havaita. Tätä varten kuori 1 paineistetaan ja viallinen moduli havaitaan (tarvittaessa moduli kostutetaan), viallinen moduli 2 paineistetaan sitten ja viallinen putki 4 (kuvio 2) havaitaan, mikä putki 4 kostuu putkilevyssä 5. Täten avoimet putkilevyt 5 ja niiden helppo käsilläsaatavuus ovat verrattain tärkeitä tässä esitetyn lämmönvaihtajan etuja.

Keksinnön mukaisen lämmönvaihtimen rakenne on erittäin yksinkertainen, sillä saavutetaan 10 prosentin kustannusten säästö ja 20 prosentin säästö sen valmistuksen vaatimassa työmäärässä, josta aiheutuu lämmönvaihtimien tuotantojakson nelinkertainen lyheneminen. Tällaisen lämmönvaihtajan valmistustila on lisäksi huomattavasti pienempi.

## Patenttivaatimukset:

*patenttivaatimukset*

1. Modulilämmönvaih<sup>-din</sup>taja, joka muodostuu rinnakkain asennetuista moduleista,<sup>(2)</sup> joista jokaiseen näistä moduleista itseensä kuuluu kotelo,<sup>(3)</sup> jonka sisäpuolelle on asennettu suorista putkista<sup>(4)</sup> muodostuva kimppu ensimmäistä jäähdytysainetta varten; mainittujen putkien avoimien päiden liittyessä koteloon kiinnitettyihin putkilevyihin,<sup>(5,6)</sup> jossa kotelossa on syöttö ja poisto putkien välistä tilaa huuhtelevaa toista jäähdytysainetta varten, t u n n e t t u siitä, että mainitut modulit<sup>(7)</sup> on sijoitettu kuoreen,<sup>(1)</sup> joka on tarkoitettu ensimmäistä jäähdytysainetta varten, jota syötetään suoriin putkiin ja mainittujen modulien väliseen tilaan, joka kuori on varustettu syötöllä ja poistolla toista jäähdytysainetta varten, jota syötetään moduleihin putkien väliseen tilaan, missä tapauksessa käytetään välikappaleita modulien välisessä tilassa sen koko pituudelta, jotka välikappaleet takaavat lämmönvaih<sup>-</sup>tokeroimen yhtäsuuruuden mainittujen suorien putkien sisäpuolella ja mainittujen modulien välillä.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen modulilämmönvaihdin, t u n n e t t u siitä, että mainittu syöttö toista jäähdytysainetta varten modulin putkien väliseen tilaan suoritetaan yhden mainitun putkilevyn avulla ja sen poisto suoritetaan toisen putkilevyn avulla.

3. Patenttivaatimusten 1 ja 2 mukainen moduulilämmönvaihdin, t u n n e t t u siitä, että toisen jäähdytysaineen syöttö ja poisto suoritetaan lisäputkilevyjen kautta, jotka on asennettu kuoreen; mainittujen levyjen ollessa asennettujen modulien vastakkaisille puolille ja mainittujen putkien avoimien päiden ollessa kiinnitettyjen näihin levyihin toisen jäähdytysaineen syöttämiseksi jokaisen mainitun modulin putkien väliseen tilaan ja sieltä poistamiseksi.

*ei sovellu*  
*mitä A 158*  
4. Menetelmä patenttivaatimuksen 1 mukaisen modulilämmönvaihtimen käyttämiseksi, jolloin ensimmäistä jäähdytysainetta johdetaan modulien suoriin putkiin, mikä aine huuhtelee niiden sisäpintoja ja toista jäähdytysainetta johdetaan modulien putkien väliseen tilaan, mikä aine huuhtelee mainittujen putkien ulkopintoja ja modulien koteloiden sisäpintoja, t u n n e t t u siitä, että ensimmäistä jäähdytysainetta johdetaan kuoreen, mikä aine huuhtelee modulien koteloiden ulkopintoja.

## Patentkrav:

1. Modulär värmeväxlare omfattande parallellkopplade moduler, varvid var och en av nämnda moduler i och för sig representerar ett hus, i vilket anordnats ett knippe raka rör för det första kylmedlet, varvid de öppna ändarna av nämnda rör ansluter sig till tubplåtar förankrade i huset, som har ett inlopp och ett utlopp för det andra kylmedlet, som sköljer utrymmet mellan rören, varvid nämnda modulär värmeväxlare k ä n n e t e c k n a s därav, att nämnda moduler anordnats i ett hölje avsett för det första kylmedlet, som matas i i de raka rören och in i utrymmet mellan modulerna, och att nämnda hölje är försett med ett inlopp och ett utlopp för det andra kylmedlet, som matas in i mellanrummet mellan rören i modulerna, varvid avståndsstycken anordnats i mellanrummet mellan modulerna över deras hela längd, vilka avståndsstycken likformighet i värmeväxlarkoefficienten inne i nämnda raka rör och mellan modulerna.

2. Modulär värmeväxlare enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda inlopp för det andra kylmedlet in i mellanrummet mellan modulerna anordnats i den en tubplåten med utloppet för avledande av detsamma anordnats i den andra tubplåten.

3. Modulär värmeväxlare enligt patentkraven 1 och 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att inloppet och utloppet för det andra kylmedlet åstadkoms genom ytterligare tubplåtar som monterats på höljet; varvid nämnda plåtar anordnats på motstående sidor av modulerna och att de öppna ändarna av nämnda rör förankrats i respektive plåtar för matande och avledande av det andra kylmedlet in resp. ut från mellanrummet mellan varje nämnda modul.

4. Förfarande för manövrerande av nämnda modulära värmeväxlare enligt patentkravet 1, varvid det första kylmedlet matas in i de raka rören i modulerna, vilket medel sköljer inre ytorna av desamma, och det andra kylmedlet matas in i mellanrummet mellan modulerna, vilket medel sköljer yttre ytan av nämnda rör och inre ytan av modulhusen, k ä n n e t e c k n a t därav, att det första kylmedlet matas in i höljet, vilket medel sköljer yttre ytan av modulhusen.

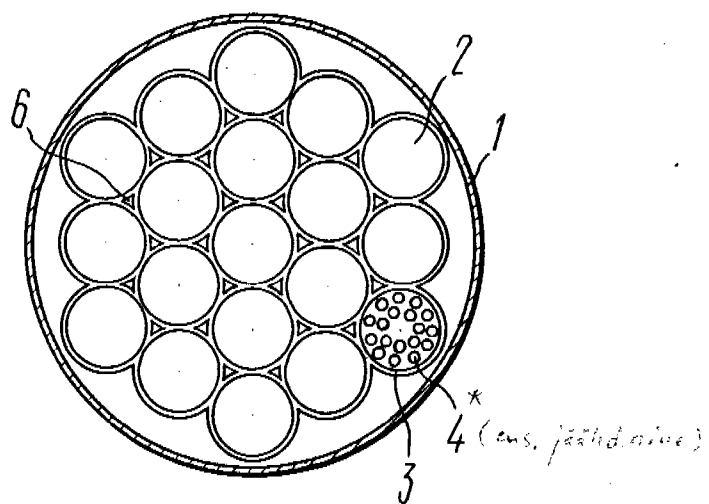
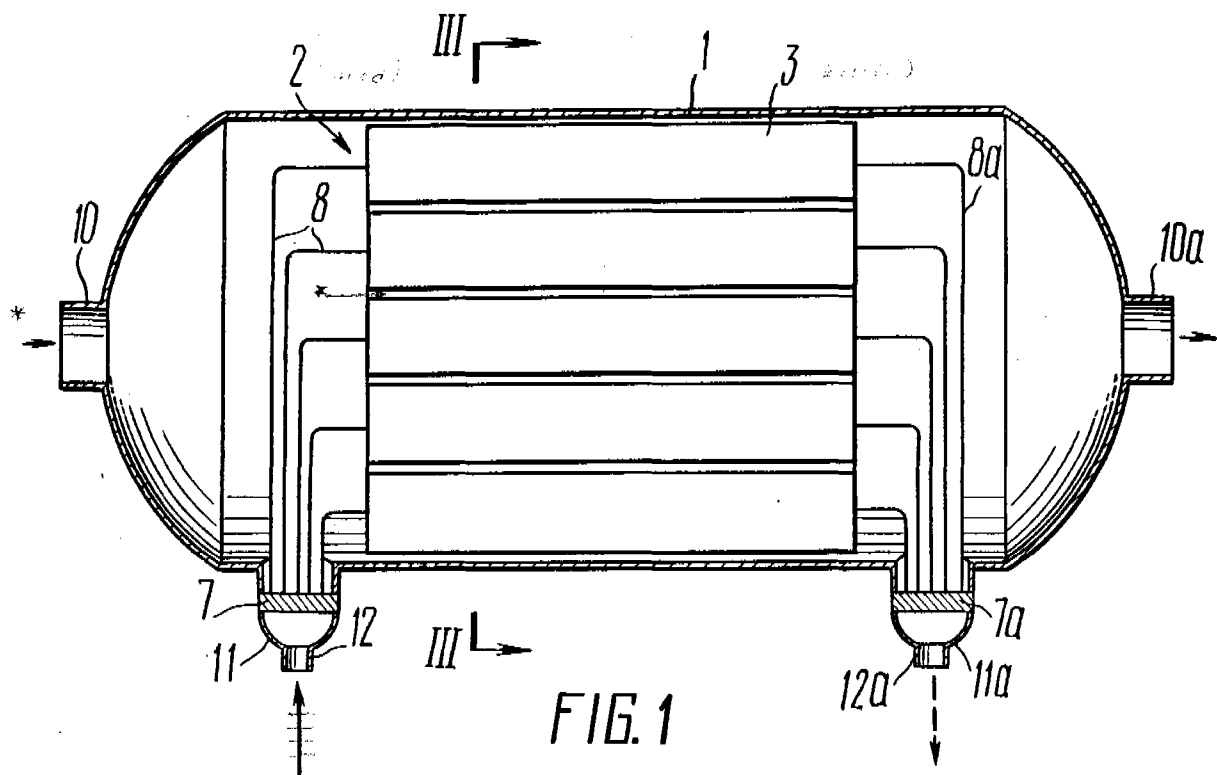




FIG. 2