



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

/22/ Přihlášeno 14 12 84  
/21/ PV 9811-84  
/32/ /31//33/ Právo přednosti od 15 12 83  
/3669697/ Svaz sovětských socialistických republik

(40) zveřejněno 15 05 86

(45) Vydáno 16 11 87

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>

F 28 D 11/02

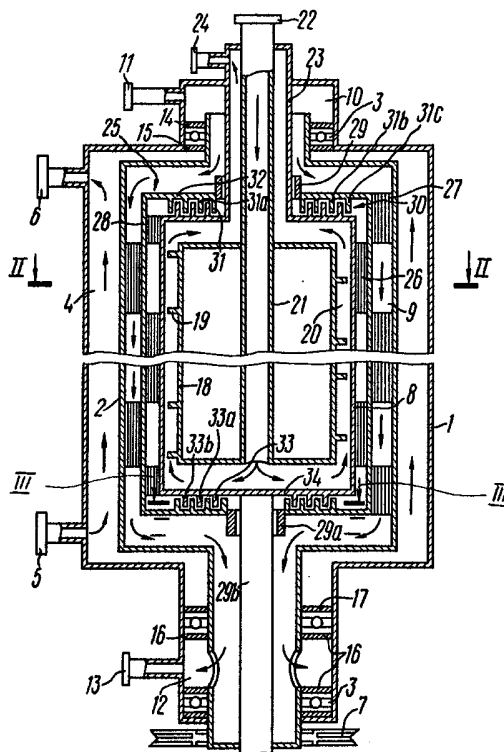
(75)

Autor vynálezu

MAMEDOV ULCHAR ASHRAF OGLY ing., MOSKVA /SSSR/,  
BASIEV IZMAIL MIKHAILOVICH ing., MOSKVA /SSSR/,  
STRANEO PAOLO ing., MILÁNO /Itálie/, GOLLA GIUSEPPE ing., MILÁNO /Itálie/

(54) Rotační výměník tepla

Vynález se týká rotačního výměníku tepla, uvnitř jehož tělesa (1) je souose uložen rotor (2), který spolu s vnitřní stěnou tělesa (1) vytváří dutinu (4) pro průtok chladicího média, a stator (8), který je umístěn kolem osy otáčení rotoru (2) a spolu s vnitřní stěnou rotoru (2) vytváří dutinu (9) pro průtok viskózní kapaliny, v kteréžto dutině (9) je volně otočně kolem podélné osy statoru (8) uložen rám (25) opatřený stěrači (26, 27), z nichž jedny stěrače (26) se dotýkají vnější stěny statoru (8) a druhé stěrače (27) vnitřní stěny rotoru (2). Kolem podélné osy statoru (8) je umístěno pouzdro (18) opatřené spirálovitým žebrem (19) a vytvářející spolu s vnitřní stěnou statoru (8) dutinu (20) pro průtok chladicího média. V rotačním výměníku tepla je uspořádáno zařízení (30) pro brzdění rámu (25), tvořené řadou válcových žebér (33, 33a, 33b), uspořádaných na obou čelních stranách (34) statoru (8) koncentricky vzhledem k podélné ose statoru (8), s řadou válcových žebér (31, 31a, 31b, 31c), které jsou uspořádány na obou základnách (32) rámu (25) koncentricky vzhledem k podélné ose statoru (8) a zasahují do mezer mezi žebry (33, 33a, 33b), přičemž vytvářejí spolu s nimi labyrint.



Vynález se týká chemického strojírenství, a sice rotačního výměníku tepla.

Použití vynálezu je nejučelnější pro zpracování viskózních kapalin, například roztoků polymerů při získávání makromolekulárních látek takových jako syntetický kaučuk.

Při zpracování viskózních kapalin je závažným problémem intenzifikace výměny tepla. Součinitelé tepelného prostupu mají nízké hodnoty v důsledku potíží spojených se zvyšováním rychlosti pohybu takovýchto kapalin a také vzhledem k velké tloušťce mezní vrstvy vznikající na teplosměnných plochách.

Snahy o vyřešení shora uvedeného problému vedly k vytvoření rotačních výměníků tepla, které v nynější době našly široké uplatnění.

Výměník tepla popsáný v patentovém spise USA č. 2 001 083, třída 165-90, je opatřen válcovým tělesem, které má plášť pro chladicí médium. Uvnitř tělesa je souose s ním uložen rotující válcový prvek, který je rovněž určen pro průtok chladicího média.

Prstencová dutina, vytvořená mezi vnitřní stěnou tělesa a vnější stěnou válcového prvku, je určena pro průtok zpracovávané, resp. ochlazované kapaliny. Výměna tepla nastává takto jak přes vnitřní stěnu tělesa, tak i přes vnější stěnu válcového prvku.

Uvedený výměník tepla nezajišťuje však dosažení vysokých součinitelů tepelného prostupu z toho důvodu, že při chlazení viskózních kapalin vytváří se na teplosměnných plochách, ohraničujících prstencovou dutinu, laminární mezní vrstva značné tloušťky, která zabraňuje intenzifikaci výměny tepla.

Například při zpracování roztoků polymerů vede tato skutečnost k tomu, že na teplosměnných plochách se ukládá vrstva polymeru, jejíž tloušťka se stále zvětšuje, takže vzniká nutnost prachného rozebírání přístroje za účelem provádění periodického čištění teplosměnných ploch.

Intenzifikace procesu výměny tepla byla dosažena u konstrukce rotačního výměníku tepla, popsané v autorském osvědčení SSSR č. 1 064 735.

Známy rotační výměník tepla je opatřen tělesem, uvnitř něhož je souose uspořádán rotor, který spolu s vnitřní stěnou tělesa vytváří dutinu pro průtok chladicího média, a stator, umístěný kolem osy otáčení rotoru, přičemž stator vytváří spolu s vnitřní stěnou rotoru dutinu pro průtok viskózní kapaliny teplotněného média.

Kolem podélné osy statoru je umístěno válcové pouzdro opatřené na vnějším povrchu spirálovitým žebrem. V prstencové dutině pro průtok viskózní kapaliny je umístěn rám opatřený stěrači, který je uložen volně na čepech statoru. Stěrače jsou na otočném rámu uloženy kloubově.

Při otáčení rotoru dochází k volnému otáčení rámu se stěrači. Vzhledem k setrvačnosti má rám menší úhlovou rychlost než rotor. Tím se současně uskutečňuje čištění obou teplosměnných ploch.

Popsaný výměník tepla zajišťuje vysokou hodnotu součinitele výměny tepla mezi zpracovávanou viskózní kapalinou a chladicím médiem při dostatečně velkém poměru teplosměnné plochy k objemu přístroje.

Takováto konstrukce rotačního výměníku tepla neumožňuje však zvýšit intenzitu výměny tepla mezi viskózní kapalinou a chladicím prostředkem, protože rozdíl úhlových rychlostí rámu se stěrači a rotoru je konstantní, takže se nedosáhne dostatečné obvodové rychlosti stírání vnitřní stěny rotoru stěrači.

Účelem vynálezu je intenzifikace tepelné výměny viskózních kapalin.

Vynález si klade za úkol vytvořit takový rotační výměník tepla, u něhož se konstrukční změnou rámu a statoru dosáhne snížení rychlosti otáčení rámu se stěrači, což vede k intenzifikaci tepelné výměny.

Postavený úkol je vyřešen rotačním výměníkem tepla, uvnitř jehož tělesa je souose uložen rotor, který spolu s vnitřní stěnou tělesa vytváří dutinu pro průtok chladicího média, a stator, který je umístěn kolem osy otáčení rotoru a spolu s vnitřní stěnou rotoru vytváří dutinu pro průtok viskózní kapaliny, v kteréžto dutině je volně otočně kolem podélné osy statoru uložen rám, opatřený stěrači, z nichž jedny stěrače se dotýkají vnější stěny statoru a druhé vnitřní stěny rotoru, přičemž rotační výměník tepla je opatřen pouzdrem, umístěným kolem podélné osy statoru, opatřeným spirálovitým žebrem a vytvářejícím spolu s vnitřní stěnou statoru dutinu pro průtok chladicího média.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že ve výměníku tepla je uspořádáno zařízení pro brzdění rámu, tvořené řadou válcových žebber, uspořádaných na obou čelních stranách statoru koncentricky vzhledem k podélné ose statoru, a řadou válcových žebber, které jsou uspořádány na obou základnách rámu koncentricky vzhledem k podélné ose statoru a zasahují do mezer mezi žebry, uspořádanými na čelních stranách statoru, přičemž vytvářejí spolu s nimi labyrint.

Takovéto konstrukční provedení rotačního výměníku tepla zintenzivňuje tepelnou výměnu mezi viskózní kapalinou a chladicím médiem snížením rychlosti otáčení rámu se stěrači v důsledku jeho brzdění vyvolaného vytvořením vysokých rychlostí posunu viskózní kapaliny v úzkých mezerách mezi válcovými žebry, uspořádanými na obou čelních stranách statoru, a válcovými žebry, uspořádanými na obou základnách rámu, které spolu vytvářejí labyrint. V tomto případě se zvyšuje obvodová rychlost stírání vnitřní stěny rotoru stěrači. Tento faktor představuje hlavní budič turbulence a makrovířů, které způsobují zintenzivnění výměny tepla v prstencové dutině ohraničené vnitřní stěnou rotoru a vnější stěnou statoru.

Vysoká turbulence a reativně malá šířka prstencové dutiny umožňuje dosažení vysokých hodnot součinitele přenosu tepla nejen povrchem rotoru, nýbrž také povrchem statoru, nehledě na snížení rychlosti stírání povrchu statoru stěrači.

Je vhodné, aby válcová žebra, umístěná na obou čelních stranách statoru a na obou základnách rámu byla perforována.

Perforování válcových žebber způsobuje ještě větší intenzifikaci výměny tepla tím, že se zvýší rozdíl rychlosti otáčení rámu se stěrači a rotoru v důsledku brzdění rámu, vyvolaném vznikem hydrodynamických pulsací v otvorech válcových žebber, které pohlcují značné množství energie.

Podstata a přednosti předloženého vynálezu jsou zřejmé z následujícího popisu konkrétního příkladného provedení a z výkresů, na nichž obr. 1 znázorňuje rotační výměník tepla v podélném řezu, přičemž v jeho pravé polovině je do roviny řezu podmíněně zavedena tyč se stěrači; obr. 2 znázorňuje řez podle čáry II-II z obr. 1 a obr. 3 řez podle čáry III-III z obr. 1.

Rotační výměník tepla podle vynálezu obsahuje těleso 1 vytvořené jako pouzdro válcového tvaru, v němž je souose umístěn rotor 2, který je rovněž tvořen pouzdrem a je uložen na ložiskách 3. Přitom je rotor 2 uspořádán tak, že mezi jeho vnější stěnou a vnitřní stěnou tělesa 1 vzniká prstencová dutina 4 pro průtok chladicího média, například vody.

Nátrubek 5 je určen pro přívod vody do dutiny 4 a nátrubek 6 pro odvádění odpadové vody z dutiny 4. Oba nátrubky 5 a 6 jsou upevněny na tělese 1. Rotor 2 se uvádí do otáčivého pohybu pomocí řemenice 7.

Kolem osy otáčení rotoru 2 je umístěn stator 8, který vytváří s vnitřní stěnou rotoru 2 prstencovou dutinu 9 pro průtok viskózní kapaliny, např. roztoku butadienového kaučuku v benzenu. Prstencová dutina 9 je spojena jednak s komorou 10 pro přívod roztoku butadienového kaučuku v benzenu, která je spojena s nátrubkem 11, jednak s komorou 12 pro odvádění roztoku butadienového kaučuku v benzenu, která je spojena s nátrubkem 13.

Oba nátrubky 11 a 13 jsou upevněny na tělese 1. Komora 10 je izolována od ložiska 3 těsněním 14 a prstencová dutina 4 je izolována od ložiska 3 těsněním 15. Komora 12 je těsněním 16 izolována od druhého ložiska 3, od něhož je prstencová dutina 4 izolována těsněním 17.

Kolem podélné osy statoru 8 je umístěno pouzdro 18, které je na vnější ploše opatřeno spirálovitým žebrem 19 pro zvýšení rychlosti vodního proudu, což má za následek zvýšení součinitele prostupu tepla, přičemž pouzdro 18 vytváří spolu s vnitřní stěnou statoru 8 dutinu 20 pro průtok vody.

Přívod vody dovnitř dutiny 20 se provádí prostřednictvím trubky 21, která je spojena s nátrubkem 22 přivádějícím proud vody a je připevněna k pouzdro 18. Odvádění proudu odpadové vody z dutiny 20 nastává prostřednictvím dutého nátrubku 23, upevněného na statoru 8, a nátrubku 24 připevněného k nátrubku 23.

V prstencové dutině 9 je umístěn rám 25, který se může volně otáčet kolem podélné osy statoru 8. Stěrače 26 a 27 /obr. 2/ jsou uspořádány výkyvně na každé tyči 28 rámu 25, přičemž stěrače 26 jsou ve styku s vnější stěnou statoru 8 a stěrače 27 jsou ve styku s vnitřní stěnou rotoru 2.

Volné otáčení rámu 25 je zajištěno náboji 29 a 29a, které jsou volně uloženy na nátrubku 23 a na ose 29b. Rám 25 je připevněn k nábojům 29 a 29a.

Rotační výměník tepla je opatřen zařízením 30 /obr. 1/ pro brzdění rámu 25, které je tvořeno jednak řadou válcových žebér 31, 31a, 31b a 31c, uspořádaných na obou základnách 32 rámu 25 koncentricky vzhledem k podélné ose statoru 8, jednak řadou válcových žebér 33, 33a a 33b, uspořádaných na obou čelních stranách 34 statoru 8 rovněž koncentricky vzhledem k podélné ose statoru 8 a zasahujících do mezer mezi válcovými žebry 31, 31a, 31b a 31c, přičemž se takto vytváří labyrint pro průtok roztoku butadienového kaučuku v benzenu.

Válcová žebra 31, 31a, 31b a 31c a také žebra 33, 33a a 33b jsou perforovaná, a sice jsou opatřena průchozími šterbinami 35 /obr. 3/ a 36.

Funkce rotačního výměníku tepla je následující:

Jeden proud vody vstupuje nátrubkem 5 /obr. 1/ dovnitř prstencové dutiny 4 mezi vnitřní stěnou tělesa 1 a vnější stěnou rotoru 2. Proud odpadové vody se odvádí z prstencové dutiny 4 nátrubkem 6. Druhý proud vody vstupuje nátrubkem 22 a trubkou 21 do dutiny 20; proud odpadové vody se odvádí z dutiny 20 nátrubky 23 a 24.

Při průtoku po povrchu spirálovitého žebra 19 zvyšuje se rychlost proudu vody, což má za následek zvýšení součinitele prostupu tepla. Proud roztoku butadienového kaučuku v benzenu je přiváděn dovnitř prstencové dutiny 9, to jest do prostoru mezi dvěma teplosměnnými plochami, a je veden v protisměru vůči proudům vody.

Roztok butadienového kaučuku v benzenu je přiváděn nátrubkem 11, načež roztok vstupuje dovnitř komory 10, která je na čelní straně opatřena těsněním 14, a z komory 10 roztok proudí do prstencové dutiny 9, kde dochází k výměně tepla mezi uvedeným proudem roztoku a vodními proudy tekoucími v dutinách 4 a 20. Konečný produkt se odvádí komorou 12 a nátrubkem 13.

Při otáčení rotoru 2, který je poháněn například pomocí řemenice 7, uvádí se rovněž do pohybu rám 25 v důsledku točivého momentu vznikajícího vzájemným působením stěračů 27 a

vnitřní stěny rotoru 2.

Proti tomuto točivému momentu působí brzdny moment rámu 25 vznikající v důsledku vzájemného působení stěračů 26 a vnější stěny statoru 8. Spolu s uvedeným brzdny momentem, který má relativně nízkou hodnotu, klade točivému momentu odpor podstatně větší moment, který vzniká v důsledku vytvoření vysokých rychlostí posunu v proudu roztoku butadienového kaučuku v benzenu v úzkých mezerách, vytvořených mezi válcovými žebry 31, 31a, 31b, 31c, 33, 33a a 33b, což vzhledem k vysoké viskozitě roztoku vede ke vzniku velkého brzdny momentu.

Další zvýšení tohoto momentu způsobují průchozí štěrby 35, 36 ve válcových žebrech, které vyvolávají v proudu roztoku butadienového kaučuku v benzenu vznik hydrodynamických pulsací, pohlcujících značné množství energie.

Úhlová rychlost rámu 25 se stěrači 26 a 27 je takto podstatně nižší než úhlová rychlost rotoru 2. Přitom se dosahuje vysoké rychlosti stírání vnitřní stěny rotoru 2 stěrači 27. V důsledku toho, že prstencová dutina 9 je relativně úzká, je turbulence a makrovíry, které v tomto případě vznikají vzájemným působením stěračů 27 a vnitřní stěny rotoru 2, natolik intenzivní, že se dosáhne vysoké hodnoty součinitele přestupu tepla nejen k povrchu rotoru 2, ale také k povrchu statoru 8.

Pro dosažení vysokých hodnot součinitelů prostupu tepla těmito povrchy je samozřejmě nutné, aby také součinitelé přestupu tepla od těchto povrchů k proudu vody měly vysoké hodnoty. V rotačním výměníku tepla podle vynálezu se vytvářejí takové hydrodynamické podmínky, které umožňují bezvadné splnění shora uvedených požadavků.

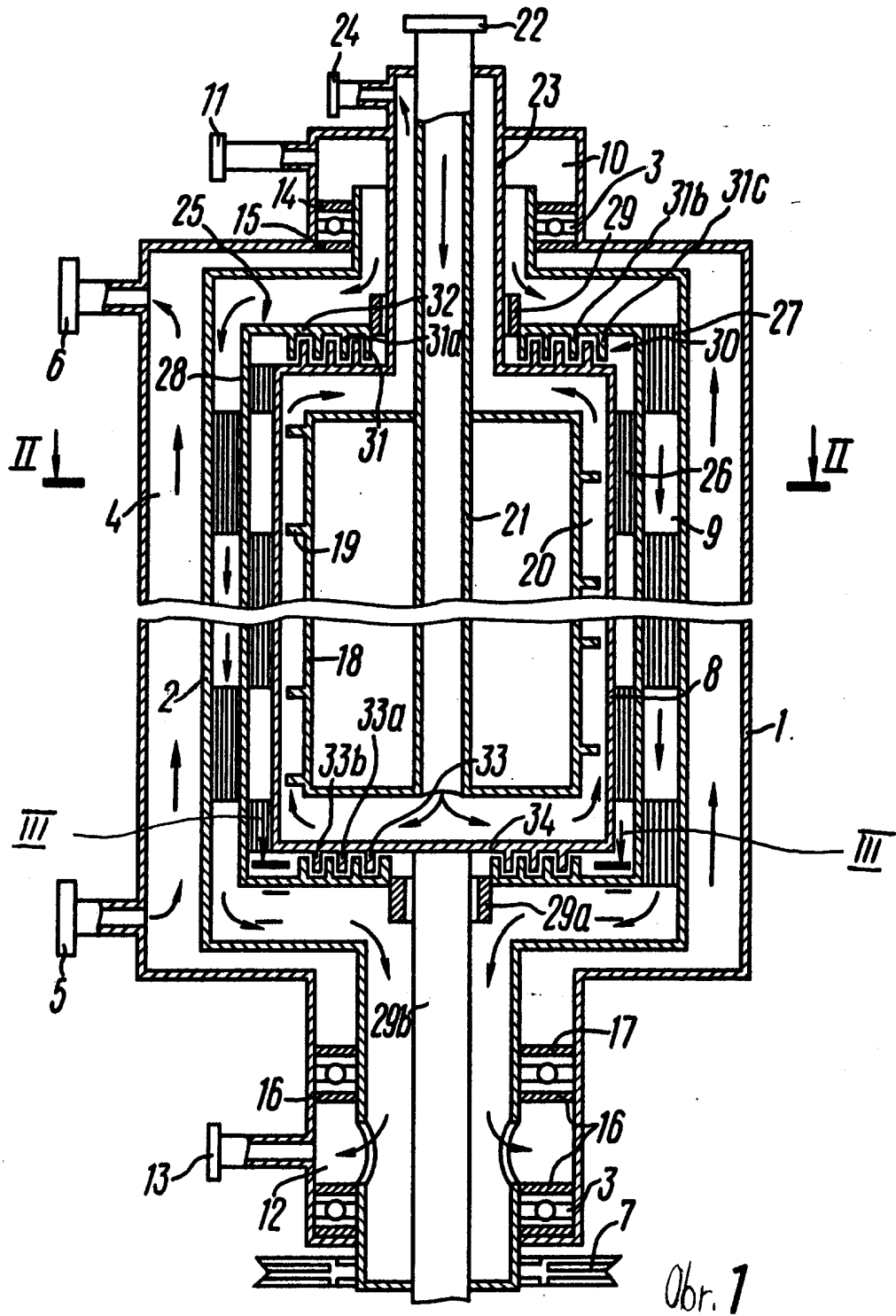
V důsledku vzniku tylorových vírů v prstencové dutině 4 mezi tělesem 1 a rotorem 2 se dosáhne zvláště vysokých hodnot součinitele prostupu tepla z povrchu rotoru 2 k proudu vody. Vysokých hodnot součinitele prostupu tepla k povrchu statoru 8 se dosáhne zejména nuceným pohybem proudu vody probíhajícího spirálovitě s vysokou rychlostí v dutině 20 statoru 8, což je důsledkem spirálovitého žebra 19.

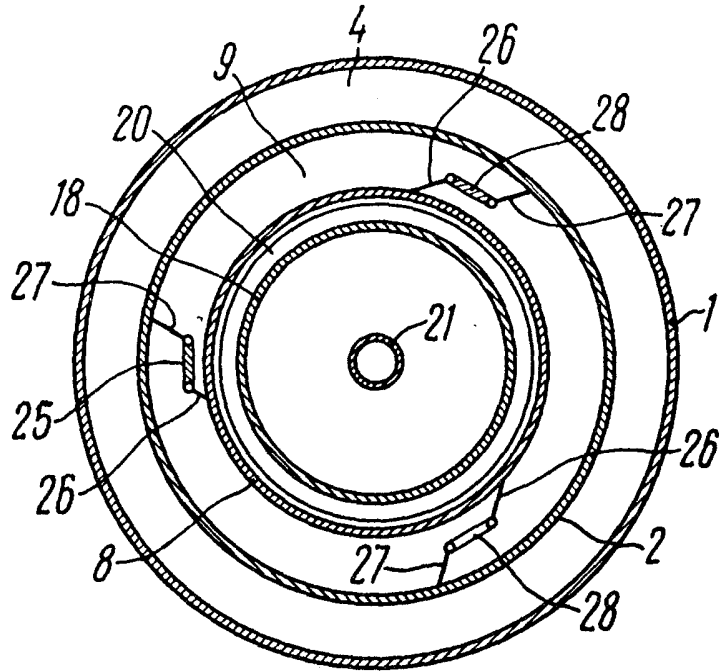
Jiná cesta k dosažení vysokých hodnot součinitele prostupu tepla spočívá v použití odpařujícího se chladicího média anebo zkapalňujícího se teplotnosného média. V tomto případě odpadá nutnost použití spirálovitého žebra 19.

## P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

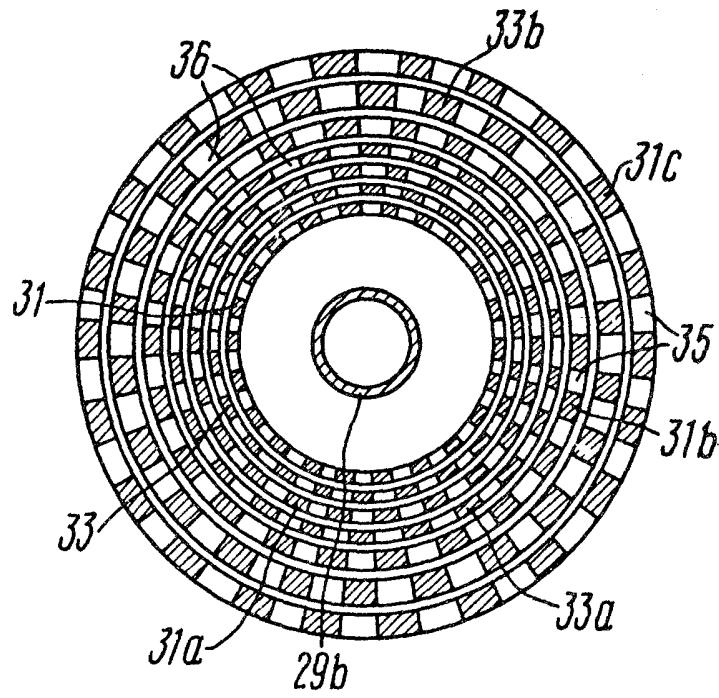
1. Rotační výměník tepla, uvnitř jehož tělesa je souose uložen rotor, který spolu s vnitřní stěnou tělesa vytváří dutinu pro průtok chladicího média, a stator, který je umístěn kolem osy otáčení rotoru a spolu s vnitřní stěnou rotoru vytváří dutinu pro průtok viskózní kapaliny, v kteréžto dutině je volně otočně kolem podélné osy statoru uložen rám, opatřený stěrači, z nichž jedny stěrače se dotýkají vnější stěny statoru a druhé vnitřní stěny rotoru, přičemž rotační výměník tepla je opatřen pouzdrem, umístěným kolem podélné osy statoru, opatřeným spirálovitým žebrem a vytvářejícím spolu s vnitřní stěnou statoru dutinu pro průtok chladicího média, vyznačující se tím, že je v něm uspořádáno zařízení /30/ pro brzdění rámu /25/, tvořené řadou válcových žebor /33, 33a, 33b/, uspořádaných na obou čelních stranách /34/ statoru /8/ koncentricky vzhledem k podélné ose statoru /8/, a řadou válcových žebor /31, 31a, 31b, 31c/, které jsou uspořádány na obou základnách /32/ rámu /25/ koncentricky vzhledem k podélné ose statoru /8/ a zasahují do mezer mezi žebry /33, 33a, 33b/, uspořádanými na čelních stranách /34/ statoru /8/, přičemž vytvářejí spolu s nimi labyrint.

2. Rotační výměník tepla podle bodu 1, vyznačující se tím, že válcová žebra /31, 31a, 31b, 31c, 33, 33a, 33b/ jsou perforována.





Obi. 2



Obi. 3