



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

196103

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
F 22 D 1/16

/22/ Přihlášeno 19 05 78
/21/ /PV 3265-78/

(40) Zveřejněno 31 01 79

(45) Vydáno 15 06 82

(75)

Autor vynálezu

SUCHÝ VLADIMÍR ing., ROTH ZDENĚK ing., PLZEŇ
a ALTMANN JOSEF ing., DOMAŽLICE

(54) Povrchový výměník tepla

1

Vynález se týká povrchového výměníku tepla, zejména mezipřehříváku páry s horizontálně trubkovým svazkem, vytvořeným z trubek tvaru písmene U, zvaných vlásenek, kde topným médiem je pára, kondenzující uvnitř těchto trubek, jejíž tlak je vyšší než tlak páry, která obtéká vnější povrch těchto trubek ve směru kolmém k jejich osám, a které je předáváno výparné teplo.

Dosud vyráběné a užívané povrchové výměníky tepla tohoto typu jsou používány u turbosoustrojí na sytou páru, kde jsou využívány k mezipřehřívání pracovní páry po částečné expansi ve vysokotlakém dílu parní turbíny, a po mechanické separaci vodních kapek v předřazeném separačním ústrojí. Pracovní pára obtéká vnější povrch trubek nejčastěji ve směru kolmém k jejich osám a při tomto průtoku se ohřívá. Topná pára o vyšším tlaku než je tlak pracovní páry, je přiváděna do parní komory trubkového svazku, z níž protéká do trubek a při průtoku těmito trubkami předává své výparné teplo pracovní páře. Vnější povrch trubek trubkového svazku tak vytváří tzv. teplosměnnou plochu. Při popsání výměny tepla dochází uvnitř trubek k postupné kondenzaci topné páry. U vlásenkových uspořádání teplosměnné plochy jsou konce trubek spojeny s trubkovnicí, na kterou z opačné strany navazuje parní komora se vstupní a výstupní částí.

V průběhu kondenzačního procesu uvnitř trubek narůstá v souladu s předáváním tepla pracovní páře, postupně s délkou trubky, množství vznikajícího kondenzátu, který vyplňuje stále větší část průtočného průřezu trubky. Naopak parní podíl v protékající

2

směsi voda - pára se postupně zmenšuje, až se ke konci kondenzačního procesu vytvářejí shluky neboli zátky kondenzátu, které mezi sebou uzavírají parní bubliny. Tato proudová forma je značně nestabilní a vede k tlakovým a teplotním pulsacím směsí uvnitř trubky s provozně nebezpečným důsledkem zvýšeného únavového namáhání spoje s trubkovnicí a k rychlé ztrátě těsnosti.

Množství páry, která vstupuje do jednotlivých trubek, je ovlivňováno tlakovým spádem, nastaveným mezi vstupní a výstupní částí parní komory. Přitom uvnitř trubek, které jsou obtékány ještě studenou pracovní parou, kondenzuje topná pára v důsledku většího teplotního spádu rychleji než v trubkách, obtékaných již ohřátou pracovní parou. Ve výstupní části parní komory může tedy dojít ke zpětnému toku nekondenzované topné páry z trubek, obtékaných ohřátou pracovní parou, do výstupních úseků trubek, obtékaných studenou pracovní parou. Tento zpětný tok páry je příčinou vzniku dalších pulsací s podobnými nepříznivými účinky, jaké byly popsány dříve. Kromě toho dochází uvnitř postižených trubek ke hromadění nekondenzujících plynů, a tím k funkčnímu vyřazení části teplosměnné plochy.

Jsou-li vlásenky v trubkovém svazku sestaveny tak, že ohřívána pracovní pára proudí kolmo k jejich rovinám, potom jsou obě větve každé vlásenky obtékány parou o stejné teplotě, teplota stěn vlásenek je v obou větvích prakticky stejná a teplotní pnutí z rozdílu teplot ve větvích jsou vyloučena. Takové uspořádání trubkového svazku však vykazuje značnou rozdílnost

v množství zkondenzované topné páry v jednotlivých řadách ve směru toku pracovní páry. Bývá však používána také varianta trubkového svazku s rovinami vlásenek, rovnoběžnými se směrem proudění pracovní páry. Tato varianta přináší větší vyrovnanost v rozdělení topné páry v jednotlivých řadách a celkově menší množství nezkondenzované páry v poměru k množství přiváděné topné páry. Rozdíl teplot stěn každé vlásenky v jednotlivých větvích, ovlivňovaný teplotou ohřívání pracovní páry, může však zejména u vnějších vlásenek trubkového svazku nabývat významných hodnot. Při poměrně značných délkách rovných částí vlásenek mohou teplotní pnutí, vyvolaná teplotní diferencí v obou větvích vlásenky, mít za následek deformace a další poškození vlásenek v trubkovém svazku.

Uvedené nedostatky dosavadních řešení podstatně snižuje povrchový výměník tepla s horizontálně situovaným trubkovým svazkem, sestávajícím z parní komory, trubkovnice a z trubek tvaru písmene U, zvaných vlásenek, jejichž vnější povrch tvoří celkovou teplosměnnou plochu, a s usměrňovacím kanálem. Jeho podstata spočívá v tom, že celková teplosměnná plocha povrchového výměníku tepla je vytvořena z jednoho hlavního vlásenkového svazku, jehož vlásenky jsou ustaveny ve svislých rovinách souběžně s podélnou osou povrchového výměníku tepla, a alespoň z jednoho vedlejšího vlásenkového svazku, jehož vlásenky jsou ustaveny ve vodorovných rovinách souběžně s podélnou osou povrchového výměníku tepla, a jejichž teplosměnná plocha je výrazně menší než teplosměnná plocha hlavního vlásenkového svazku. Přitom je celková teplosměnná plocha umístěna v usměrňovacím kanálu, který je tvořen podélnými stěnami, umístěnými podél boků obou vlásenkových svazků a příčnými stěnami, umístěnými napříč podélných stěn na obou koncích usměrňovacího kanálu. Vedlejší vlásenkový svazek je umístěn pod hlavním vlásenkovým svazkem, jehož vlásenky vycházejí ze vstupního prostoru parní komory a ústí do výstupního prostoru parní komory, zatímco vlásenky vedlejšího vlásenkového svazku vycházejí ze vstupní komůrky parní komory a ústí do výstupní komůrky parní komory.

Další vytvoření vynálezu spočívá v tom, že vstupní prostor parní komory je od výstupního prostoru této parní komory oddělen horizontální přepážkou a je opatřen vstupním hrdlem topné páry. Výstupní prostor parní komory je od vstupní komůrky a od výstupní komůrky oddělen dělicí přepážkou, avšak tento výstupní prostor je přitom spojen se vstupní komůrkou převáděcím hrdlem a je opatřen odváděcím hrdlem kondenzátu a vyrovnávacím hrdlem. Výstupní komůrka, oddělená od vstupní komůrky vertikální přepážkou, je opatřena odvodem kondenzátu a ventilačním hrdlem.

Výhodou povrchového výměníku tepla podle vynálezu je možnost volby množství přiváděné topné páry a délky vlásenek tak, aby byl kondenzační proces ve všech vlásenkách hlavního vlásenkového svazku přerušen ještě před výskytem nestabilních proudových forem. Ve výstupním prostoru parní komory dochází k oddělení vzniklého kondenzátu od nezkondenzovaného podílu topné páry. Kondenzát je odváděn do sběrače kondenzátu mimo povrchový výměník, nezkondenzovaný podíl topné páry z hlavního vlásenkového svazku je zaváděn do vstupní komůrky a do vstupních větví vlásenek vedlejšího vlásenkového svazku. Zde probíhá proces kondenzace obdobně jako ve vlásenkách hlavního vlásenkového svazku, avšak při tlaku, sníženém o tlakovou ztrátu uvnitř vlásenek hlavního vlásenkového

svazku. Nezkondenzovaný podíl topné páry může být odváděn z výstupní komůrky parní komory jako ventilační pára mimo povrchový výměník tepla, nebo může při větších množstvích jeho kondenzace pokračovat v dalším vedlejšího vlásenkovém svazku, jehož teplosměnná plocha je zmenšena úměrně ke zmenšenému množství kondenzující páry. Nezkondenzovaný podíl topné páry, odváděný z dalšího vedlejšího vlásenkového svazku jako ventilační pára, je v porovnání s množstvím topné páry, přiváděné do hlavního vlásenkového svazku, nepatrný a takto způsobená tepelná ztráta je bezvýznamná.

Hlavním přínosem povrchového výměníku tepla podle vynálezu je zajištění jeho v podstatě bezporuchového provozu díky dostatečnému vyloučení provozně nebezpečných proudových forem dvoufázové směsi voda - pára uvnitř všech vlásenek. Stabilizační množství ventilační páry je přitom zanedbatelné.

V hlavním vlásenkovém svazku, který tvoří podstatnou část teplosměnné plochy povrchového výměníku tepla, jsou vlásenky ustaveny v rovinách, rovnoběžných ve směru proudění pracovní páry. Tento svazek pracuje tedy s relativně malou nerovnoměrností rozdělení topné páry v jednotlivých řadách vlásenek, a tedy i s relativně malým množstvím nezkondenzované páry i přes možné určité zvětšení o stabilizační podíl. Ke zkondenzování páry, odváděné z hlavního vlásenkového svazku, tedy postačí malá vedlejší teplosměnná plocha, reprezentovaná například pouze jedním vedlejšího vlásenkovým svazkem.

Vedlejší vlásenkové svazky, které jsou ve směru toku ohřívání pracovní páry předřazeny hlavnímu vlásenkovému svazku, pracují s velkým teplotním rozdílem mezi topnou a pracovní parou. V této části povrchového výměníku tepla se proto pracovní pára na malém počtu řad vlásenek rychle ohřívá, čímž se výrazně snižuje její ohřátí v hlavním vlásenkovém svazku. Rozdíl teplot stěn v jednotlivých větvích vlásenek hlavního vlásenkového svazku, zejména krajních vlásenek, se tímto uspořádáním snižuje na přijatelnou míru z hlediska teplotních pnutí ve vlásenkách. Kondenzační tlak topné páry ve vedlejších vlásenkových svazcích je snížen o tlakovou ztrátu v hlavním vlásenkovém svazku. Protože však vedlejší vlásenkové svazky jsou ve styku s dosud neohřátou pracovní parou, ztrácí toto snížení praktický význam, vzhledem k velkému teplotnímu rozdílu obou funkčních par. Naopak se zde příznivě projeví sací účinek na nezkondenzovaný podíl topné páry, vystupující z hlavního vlásenkového svazku. Vedlejší vlásenkové svazky mají vlásenky ustaveny v rovinách, kolmých na směr proudění pracovní páry. Protože se jedná o velmi malý počet řad vlásenek, většinou nepřevyšující 1/7 až 1/6 počtu řad vlásenek hlavního vlásenkového svazku, je i množství nezkondenzované páry v nich, včetně páry ventilační, malé v porovnání s množstvím topné páry, přiváděné do hlavního vlásenkového svazku. Výhodou popsaného ustavení vlásenek jsou v tomto případě malé požadavky na plochu trubkovnice, což je důležité zejména u dvoustupňového přehřívání.

Jeden příklad provedení povrchového výměníku tepla podle vynálezu je znázorněn ve zjednodušené formě s jedním ohřívacím stupněm a jedním vedlejšího vlásenkovým svazkem na výkresech, kde obr. 1 představuje podélný osový řez povrchovým výměníkem tepla, obr. 2 příčný řez parní komorou trubkového svazku povrchového výměníku tepla podle vyznačení A-A obr. 1 a obr. 3 představuje

příčný řez tělesem povrchového výměníku tepla podle vyznačení B-B na obr. 1.

Podle obr. 1 je v tělese 1 povrchového výměníku tepla uložen jednak trubkový svazek 2, sestávající z hlavního vlásenkového svazku 5, z vedlejšího vlásenkového svazku 6, z trubkovnice 4 a z parní komory 3 a jednak usměrňovací kanál 30, patrný také na obr. 3, vymezený podélnými stěnami 31 a příčnými stěnami 32. Do prostoru usměrňovacího kanálu 30 zasahuje hlavní vlásenkový svazek 5 a vedlejší vlásenkový svazek 6. Hlavní vlásenkový svazek 5 je vytvořen z vlásenek 7, ustavených ve svislých rovinách, a vedlejší vlásenkový svazek 6 je vytvořen z vlásenek 8, ustavených ve vodorovných rovinách. Vnější povrch vlásenek 7, 8 vytváří teplosměnnou plochu povrchového výměníku tepla. Otevřené konce vlásenek 7, 8 navazují na odpovídající otvory v trubkovnici 4 a ústí tak do vnitřního prostoru parní komory 3, spojené s tělesem 1 povrchového výměníku tepla. Toto těleso 1 povrchového výměníku tepla je opatřeno hrdlem 24 pro výstup pracovní páry a vstupním hrdlem 23 pracovní páry.

Příčné stěny 32 usměrňovacího kanálu 30 jsou opatřeny výřezy 33 pro zasunutí vlásenkové části trubkového svazku 2 do usměrňovacího kanálu 30. Výřez 33 v příčné stěně 32 bezprostředně za vstupním hrdlem 23 je chráněn krytem 34 před přímým pronikáním vstupující páry do usměrňovacího kanálu 30. Vzájemná poloha vlásenek 7 a 8 je zajišťována podpěrnými přepážkami 35.

Podle obr. 2 je vnitřní prostor parní komory 3 rozdělen na čtyři části. Horní část, oddělená od ostatního prostoru horizontální přepážkou 12, tvoří vstupní prostor 10, opatřený vstupním hrdlem 9. Z tohoto vstupního prostoru 10 vycházejí vstupní větve vlásenek 7 hlavního vlásenkového svazku 5. Střední část parní komory 3 je oddělena od spodní části parní komory 3 dělicí přepážkou 13, která je rovněž situována horizontálně a tvoří výstupní prostor 11, do kterého ústí výstupní větve vlásenek 7 hlavního vlásenkového svazku 5. Spodní část parní komory 3 pod dělicí přepážkou 13 je rozdělena vertikální přepážkou 14 na dvě shodné části. Jedna z nich tvoří vstupní komůrku 15, ze které vycházejí vstupní větve vlásenek 8 vedlejšího vlásenkového svazku 6 a druhá tvoří výstupní komůrku 16, do které ústí výstupní větve vlásenek 8 vedlejšího vlásenkového svazku 6. Výstupní prostor 11 parní komory 3 a vstupní komůrka 15 této parní komory 3 jsou navzájem propojeny převáděcím hrdlem 17. Výstupní prostor 11 parní komory 3 je dále opatřen odváděcím hrdlem 18 pro odvádění kondenzátu a vy-

rovnávacím hrdlem 19 pro vyrovnávání tlaku, napojeným dále na nezakreslený parní prostor sběrače kondenzátu. Výstupní komůrka 16 parní komory 3 je opatřena odvodem 20 kondenzátu a ventilačním hrdlem 21 pro odvádění ventilační páry.

Na obr. 3 je v příčném řezu povrchovým výměníkem tepla podle vyznačení B-B na str. 1 zakresleno umístění hlavního vlásenkového svazku 5 a vedlejšího vlásenkového svazku 6 v usměrňovacím kanálu 30, vytvořeném podélnými a příčnými stěnami 31, 32. Volný prostor ve střední části vedlejšího vlásenkového svazku 6 je vyplněn vestavbou 36. V prostoru, uzavřeném tělesem 1 povrchového výměníku tepla podél podélných stěn 31, je ještě umístěno separační ústrojí, na výkresech nezakreslené.

Mokrý pracovní pára, vystupující z vysoko-tlakého dílu trubiny, je přiváděna vstupním hrdlem 23 do tělesa 1 povrchového výměníku tepla a při průchodu separačním ústrojím je mechanicky zbavována vlhkostí. Tok usušené pracovní páry je potom usměrňován podélnými a příčnými stěnami 31, 32 usměrňovacího kanálu 30 tak, aby probíhal kolmo k vlásenkám 7, 8 trubkového svazku 2, tj. ve směru zdo-la nahoru. Při průtoku trubkovým svazkem 2 se pracovní pára postupně ohřívá a opouští potom těleso 1 povrchového výměníku tepla hrdlem 24. Topná pára je přiváděna vstupním hrdlem 9 topné páry do vstupního prostoru 10 parní komory 3 odkud vytéká do vstupních větví vlásenek 7 hlavního vlásenkového svazku 5 a protéká těmito vlásenkami 7, přičemž částečně kondenzuje, předávající část svého výparného tepla pracovní páře, která obtéká vlásenky 7 z vnějšku. Ve výstupním prostoru 11 hlavního vlásenkového svazku 5 dochází k rozdělní obou fází parovodné směsi, přiváděné tam vlásenkami 7. Vzniklý kondenzát je odváděn odváděcím hrdlem 18 do sběrače kondenzátu, umístěného vně zařízení, což umožňuje propojení jeho parního prostoru s výstupním prostorem 11 hlavního vlásenkového svazku 5 potrubím, navazujícím na vyrovnávací hrdlo 19. Část z přivedeného množství topné páry, která nezkondenzovala ve vlásenkách 7 hlavního vlásenkového svazku 5, je odváděna převáděcím hrdlem 17 do vstupní komůrky 15 vedlejšího vlásenkového svazku 6, odkud vstupuje do vstupních větví vlásenek 8 vedlejšího vlásenkového svazku 6. Po částečné kondenzaci ve vlásenkách 8 vystupuje parovodní směs do výstupní komůrky 16 vedlejšího vlásenkového svazku 6 odkud je kondenzát odváděn odvodem 20 kondenzátu a malé množství nezkondenzované páry je odváděno ventilačním hrdlem 21 pro odvádění ventilační páry.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Povrchový výměník tepla s horizontálně situovaným trubkovým svazkem, sestávajícím z parní komory, trubkovnice a z trubek tvaru písmene U, zvaných vlásenek, jejichž vnější povrch tvoří celkovou teplosměnnou plochu, a s usměrňovacím kanálem, vyznačený tím, že jeho celková teplosměnná plocha je vytvořena z jednoho hlavního vlásenkového svazku 5/, jehož vlásenky 7/, jsou ustaveny ve svislých rovinách souběžně s podélnou osou povrchového výměníku tepla, a alespoň z jednoho vedlejšího vlásenkového svazku 6/, jehož vlásenky 8/ jsou ustaveny ve vodorovných rovinách souběžně s podélnou osou povrchového výměníku tepla, a jejichž teplosměnná plocha je výrazně menší než teplosměnná plocha hlavního vlásenkového svazku 5/, přičemž celková teplosměnná plocha je umístěna v usměrňovacím kanálu

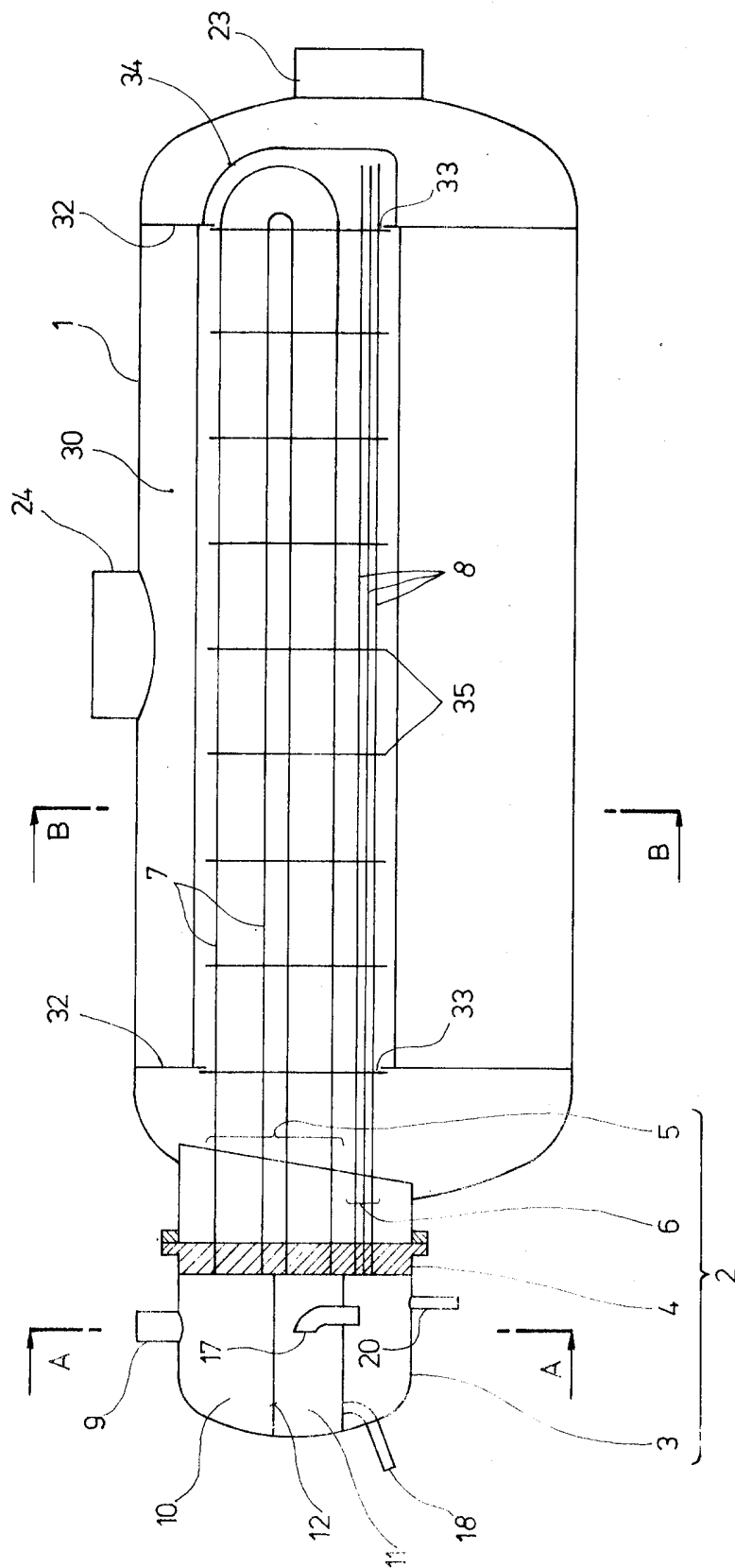
/30/, který je tvořen podélnými stěnami /31/, umístěnými podél boků obou vlásenkových svazků /5, 6/ a příčnými stěnami /32/, umístěnými napříč podélných stěn /31/ na obou koncích usměrňovacího kanálu /30/, přičemž je vedlejší vlásenkový svazek /6/ umístěn pod hlavním vlásenkovým svazkem /5/, jehož vlásenky 7/ vycházejí ze vstupního prostoru /10/ parní komory /3/ a ústí do výstupního prostoru /11/ parní komory /3/, zatímco vlásenky 8/ vedlejšího vlásenkového svazku /6/ vycházejí ze vstupní komůrky /15/ parní komory /3/ a ústí do výstupní komůrky /16/ parní komory /3/.

2. Povrchový výměník tepla podle bodu 1, vyznačený tím, že vstupní prostor /10/ parní komory /3/ je od výstupního prostoru /11/ této parní komory /3/ oddělen horizontální přepážkou /12/ a je opatřen

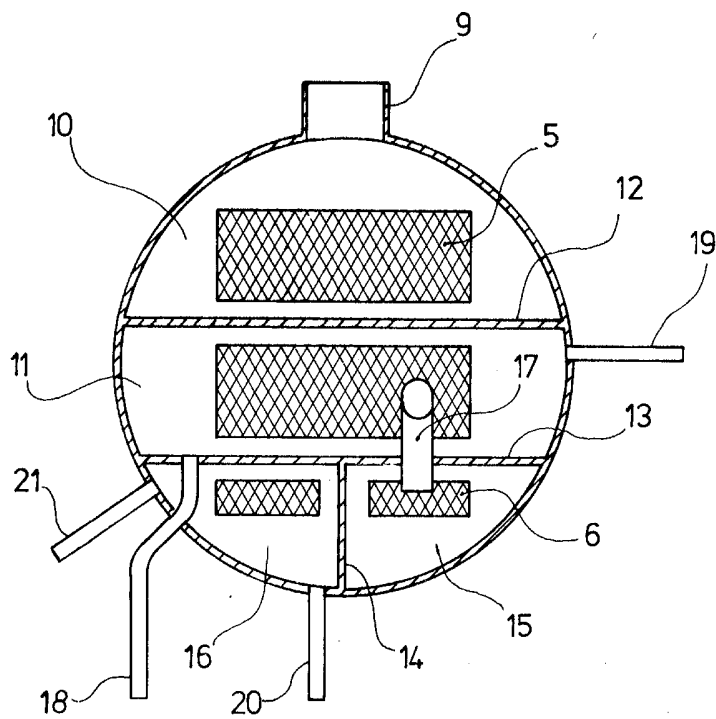
vstupním hrdlem /9/ topné páry, zatímco výstupní prostor /11/ parní komory /3/ je od vstupní komůrky /15/ a od výstupní komůrky /16/ oddělen dělicí přepážkou /13/, avšak tento výstupní prostor /11/ je přitom propojen se vstupní komůrkou /15/ převáděcím hrdlem

/17/ a je opatřen odváděcím hrdlem /18/ kondenzátu a vyrovnávacím hrdlem /19/, zatímco výstupní komůrka /16/, oddělená od vstupní komůrky /15/ vertikální přepážkou /14/, je opatřena odvodem /20/ kondenzátu a ventilačním hrdlem /21/.

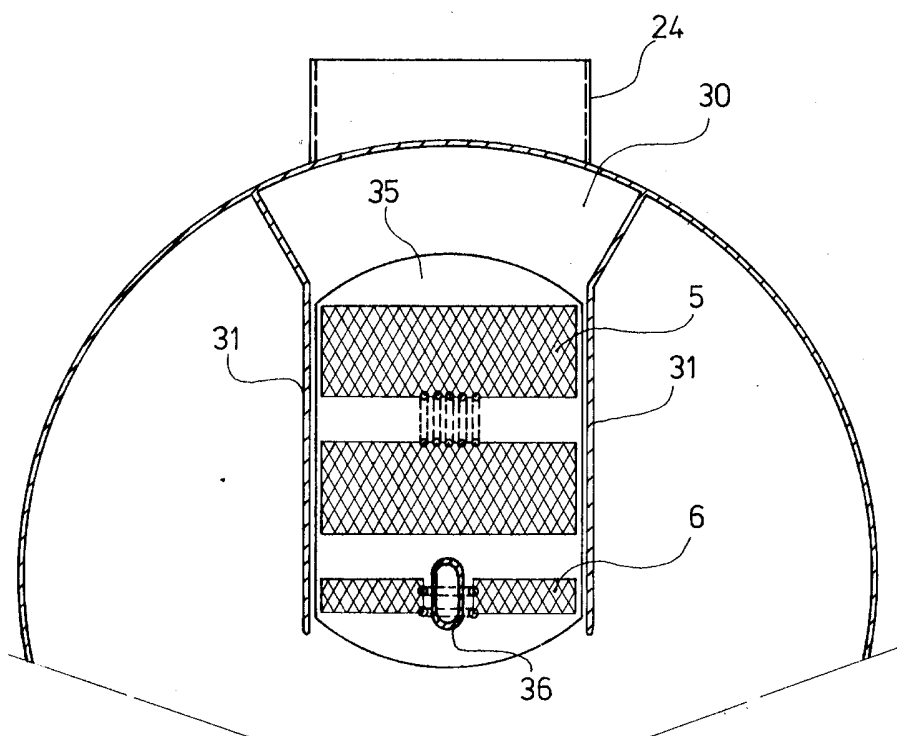
2 listy výkresů



obr. 1



obr. 2



obr. 3