



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

269 165

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁴
F 28 D 7/10

(21) PV 2578-88.F

(22) Přihlášeno 15 04 88

(40) Zveřejněno 12 09 89

(45) Vydáno 15 03 91

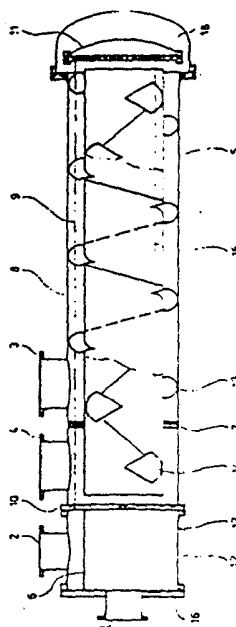
(75)
Autor vynálezu

NĚMČANSKÝ JAN ing., BRNO,
KRÁL DALIBOR ing., ÚJEZD U BRNA,
PRCHAL JOZEF ing.,
ŠLAPAL IVAN, BRNO

(54)

Výměník tepla

(57) Výměník má mezitrubkový prostor rozdělen do více chodů prostřednictvím nejméně jedné podélné přepážky, vytvořené jako duté na obou koncích otevřené těleso, umístěné souso v plášti výměníku v poloze, při níž prochází příčnou přepážkou, umístěnou mezi vstupním a výstupním hrdlem mezitrubkového prostoru. Podélná přepážka má kupříkladu průřez kruhový, který je výrobně jednodušší, anebo průřez ve tvaru mnohoúhelníku, který lépe vyhovuje geometrii trubkového svazku. Příčná přepážka je utěsněna vůči podélné přepážce i vůči plášti výměníku. Spojení příčné přepážky s pláštěm výměníku je možno provést jako rozebíratelné nebo nerozebíratelné. V posledním případě lze v zájmu možného vyjmutí trubkového svazku z pláště výměníku příčnou přepážku provést jako protipřírubu. Rozdělení trubkového prostoru do více chodů zprostředkuje obdobně podélná přepážka či přepážky, umístěné v přední komoře, případně i zadní komoře výměníku. K podepření trubkového svazku a zajištění protiproudého toku pracovního média slouží přepážky provedené s výhodou ve tvaru plynulé či přerušované šroubovicové plochy, sestavené ze segmentů ve tvaru kruhových výsečí či částí šroubovicové plochy. Jedny ze šroubovicových přepážek jsou umístěny vždy uvnitř, kdežto ostatní šroubovicové přepážky jsou umístěny vně podélné přepážky.



Vynález se týká uspořádání vícechodého trubkového výměníku tepla, které umožňuje dokonalejší protiproud obou pracovních médií ve všech chodech výměníku. Předmětem vynálezu je zejména uspořádání, v němž jsou pro podepření trubkového svazku a vymezení průtočných kanálů v mezitrubkovém prostoru výměníku užity šroubovicové přepážky.

U dosavadních konstrukcí vícechodých trubkových výměníků tepla se pro účel podepření trubkového svazku užívají převážně příčné segmentové či tyčové přepážky. Příčné segmentové přepážky se nadto podílejí i na vytvoření průtočných kanálů a určení jejich velikosti. Oba typy přepážek jsou obvykle doplněny podélnou rovinnou přepážkou, která mezitrubkový prostor dělí ve dvě stejné poloviny, tedy ve dva chody. Tímto způsobem je možno vytvořit dvouchodý protiproudý výměník s vysokým stupněm využití tepla, které lze v některých případech ještě dále zvýšit zvýšením počtu chodů v trubkovém prostoru.

Nejčastějším společným problémem popsaných konstrukcí je utěsnění podélné přepážky v plášti výměníku, které je zvláště aktuální při použití příčných segmentových přepážek, jež vyvolávají vysokou tlakovou ztrátu a tím i zvýšené nebezpečí všech doprovodných negativních jevů, jako jsou zejména skratové a obtokové proudy.

V technické praxi se užívá řada způsobů utěsňování podélné rovinné přepážky. Jedním způsobem, který zajišťuje opravdu dokonalé utěsnění, je však přivaření přepážky k plášti výměníku. Podstatnou nevýhodou tohoto dokonalého způsobu utěsnění nicméně je, že trubkový svazek není potom možno z výměníku vyjmout. Použití rovinných podélných přepážek vede nadto k nerovnoměrnému rozložení teplot v plášti výměníku, zejména v oblastech vstupu a výstupu pracovního média, a tím i k nárůstu teplotních napětí v plášti. Podobná situace nastává i v trubkách vícechodých trubkových svazků, kde vznikají napětí z teplotních rozdílů mezi skupinami trubek jednotlivých chodů, které často není možno vyloučit ani při použití plovoucí hlavy. Navíc se tato teplotní napětí nedají ani exaktně vypočítat, takže v některých případech vedou k lomům či poruchám mechanické soudržnosti systému.

Uvedené nevýhody jsou naproti tomu potlačeny u výměníku tepla podle vynálezu, který se skládá z trubkového svazku vymezeného trubkovým prostorem, z pláště vymezeného mezitrubkovým prostorem, z přední komory a zadní komory, upravených na protilehlých koncích výměníku, z prvního vstupního a prvního výstupního hrdla, navazujících na trubkový prostor, z druhého vstupního hrdla a druhého výstupního hrdla, navazujících na mezitrubkový prostor, a z opěrných elementů pro podepření trubkového svazku, jehož podstatou je, že mezitrubkový prostor je rozdělen do nejméně dvou chodů prostřednictvím nejméně jedné první podélné přepážky, vytvořené jako duté, na obou svých koncích otevřené těleso, uložené souose v plášti v poloze, při níž prochází příčnou příčkou, umístěnou mezi druhým vstupním a výstupním hrdlem a spojenou hermeticky s pláštěm a první podélnou přepážkou, zatímco trubkový prostor výměníku je rozdělen do nejméně dvou chodů prostřednictvím nejméně jedné druhé podélné přepážky, vytvořené jako duté, na obou svých koncích uzavřené těleso, uložené souose v přední komoře, případně i zadní komoře výměníku.

Přednost konstrukce výměníku tepla podle vynálezu tkví především v použití dutých přepážek, které zejména v mezitrubkovém prostoru způsobují rovnoměrné rozdělení teplot napříč i podél pláště, přičemž k bezprostředně nejvyššímu rozdílu teplot zde nedochází v podélném, ale příčném řezu, což je z pevnostních hledisek daleko přijatelnější. Navíc lze špičku teplotních rozdílů snížit vhodným nastavením vzájemné polohy hrdel.

V trubkovém prostoru, vzhledem k rozdělení trubek do chodů na kruhová a mezikruhová pásma, dochází opět k pevnostně přijatelnějšímu rozložení teplot po trubkovnicích, navíc napětí vyvolaná těmito teplotami lze již snadno exaktně vypočítat.

Utěsnění příčné přepážky, jež doplňuje rozdělení do chodů v mezitrubkovém prostoru, je v daném případě podstatně jednodušší než u původních konstrukcí a lze též použít k utěsnění podstatně většího počtu rozebíratelných variant. S výhodou lze použít i nerozebíratelného utěsnění přepážky, tj. přivaření přepážky k plášti, neboť i při této alternativě je výměník možno provést jako rozebíratelný. Určitou nevýhodou tohoto provedení však je, že část svazku, v úseku od sevřené trubkovnice k příčné přepážce, nelze obnažit.

Rozdělení jednotlivých prostorů výměníku do chodů podle vynálezu umožňuje rovněž umístit hrdla výměníku v libovolné poloze příslušného příčného řezu výměníkem s tím, že u komor lze s výhodou jedno s hrdel umístit do víka, resp. dna komory. V případě lichého počtu chodů lze tak umístit obě hrdla.

Rozdělení mezitrubkového prostoru výměníků do dvou a více chodů ve smyslu vynálezu nebrání ani volbě typu přepážkového systému. V podstatě lze použít všechny známé přepážkové systémy, s výhodou však, pro jejich vynikající vlastnosti, tj. poměrně vysoký součinitel přestupu tepla a nízké tlakové ztráty, lze použít přepážky šroubovicové. Navíc je možno dokonce volit i kombinace přepážkových systémů, ukáže-li se to pro funkci výměníku jako vhodné. Potom každý chod výměníku je svým způsobem samostatným výměníkem a jako takový jej lze i navrhovat. Poměr průtočných průřezů jednotlivých chodů je potom záležitostí ekonomickou. U dvouchodého uspořádání lze například poměr těchto průtočných průřezů vyjádřit snadno poměrem průměru duté podélné přepážky a průměrem pláště výměníku, který v praxi může činit 0,5 až 0,9.

Příkladné provedení dvouchodého protiproudého trubkového výměníku tepla podle vynálezu je schematicky znázorněno na výkresu, který představuje výměník v podélném řezu.

Výměník ve znázorněném provedení se skládá z přední komory 12, zadní komory 18 a trubkového svazku uloženého v plášti 8 válcového tvaru vně i uvnitř první podélné přepážky 5 válcového tvaru, uložené souose v plášti 8. Trubkový svazek je na straně přední komory 12 sadstěn do pevné, sevřené trubkovnice 10 a na straně zadní komory 18 do plovoucí hlavy 11. Pracovní médium proudící trubkovým svazkem se přivádí první vstupním hrdlem 1, umístěným ve víku 16 přední komory 12, do prostoru druhé podélné přepážky 6 válcového tvaru, uložené souose vzhledem k obvodové stěně 17 přední komory 12. Z tohoto prostoru se pracovní médium rozděluje do vnitřních trubek 15, které tvoří vnitřní část trubkového svazku, oddělenou od vnější části první podélnou přepážkou 5. Vnitřní část trubkového svazku takto vytváří první chod trubkového prostoru, zatímco druhý chod tvoří vnější trubky 9 trubkového svazku, uložené v prostoru mezi první podélnou přepážkou 5 a pláštěm 8 výměníku. Pracovní médium proudící vnitřními trubkami 15 trubkového svazku vystupuje do prostoru plovoucí hlavy 11, kde mění směr toku a natéká do vnějších trubek 9 svazku. Vnějšími trubkami 9 postupuje v protiproudu do prstencového obvodového prostoru mezi druhou podélnou přepážkou 6 a obvodovou stěnou 17 přední komory 12. Prstencový obvodový prostor opouští první výstupním hrdlem 2.

Druhé pracovní médium vstupuje do mezitrubkového prostoru výměníku druhým vstupním hrdlem 3 a prostorem mezi první podélnou přepážkou 5 a pláštěm 8 výměníku postupuje směrem k zadní komoře 18. Zde opět mění svůj směr a prostorem první podélné přepážky 5 se vrací směrem k sevřené pevné trubkovnici 10, kdy vystupuje do prostoru mezi pevnou trubkovnicí 10 a příčnou přepážkou 7. Výměník opouští druhým výstupním hrdlem 4. Příčná přepážka 7 je utěsněna jak vůči první podélné přepážce 5, tak i vůči plášti 8 výměníku a vůči sestupným trubkám 9 vnější části trubkového svazku, které příčnou přepážkou 7 procházejí. Vnější trubky 9 je možno vůči příčné přepážce 7 utěsnit nejlépe zaválcováním, popřípadě hydraulickým rozepnutím. Těsnost příčné přepážky 7 vůči první podélné přepážce 5 lze nejlépe zajistit přímým přivařením a vůči plášti 8 výměníku buď vhodným obvodovým těsněním, anebo opět přivařením. V případě přivaření příčné přepážky 7 k plášti 8 výměníku je možno vyjímatelnost trubkového svazku za-

jistit tím, že se přírubový spoj mezi pláštěm 8 a přední komorou 12 posune do místa příčné přepážky 7, tj. mezi druhé vstupní a druhé výstupní hrdlo 1 a 4, popřípadě i do jiného místa, zvoleného s ohledem na konkrétní konstrukční provedení výměníku.

Vnější a vnitřní část trubkového svazku podepírají vnější a vnitřní šroubovicové přepážky 13, 14, které jsou v mezitrubkovém prostoru výměníku uspořádány tak, že příslušné pracovní médium protéká mezitrubkovým prostorem stále ve stejném smyslu, a to i po přechodu z vnější části mezitrubkového prostoru do části vnitřní. Vnější i vnitřní šroubovicové přepážky 13, 14 se přitom skládají ze segmentů ve tvaru rovinných či tvarovaných kruhových výsečí, spojených navzájem plochými tyčemi, které vytvářejí přerušovanou šroubovicovou plochu, přičemž smysl jejich stoupání je opačný, zatímco velikost stoupání může být stejná nebo odlišná. Ve znázorněném provedení vykazují vnitřní šroubovicové přepážky 14, uložené v prostoru první podélné přepážky 5, větší stoupání než vnější šroubovicové přepážky 13, uložené v prostoru mezi první podélnou přepážkou 5 a pláštěm 8 výměníku. Uspořádání je výhodné zejména pro jednofázové pracovní látky, zatímco při použití například dvoufázových látek se podle jejich charakteru volí někdy i shodné stoupání a v některých případech dokonce opačný poměr stoupání.

Podobně je možno také volit u segmentů vnějších i vnitřních šroubovicových přepážek 13, 14 shodný či odlišný tvar. Kromě znázorněného provedení je zejména u vnějších šroubovicových přepážek 14 možno užít segmentů ve tvaru částí šroubovicové plochy o délce odpovídající polovině stoupání, popřípadě obecně segmenty vytvářející plynulou šroubovici. Uspořádání segmentů do plynulé či vícechodé šroubovice se volí zejména také v případech, kdy je třeba důkladné podepření trubkového svazku. U velkopráměrových výměníků je někdy účelné segmenty vnitřních šroubovicových přepážek 14 navíc uchytit k neznázorněné středové trubce, která v tomto případě naplní funkci teplosměnné trubky, ale slouží výhradně k upevnění segmentů.

První vstupní hrdlo 3 a první výstupní hrdlo 4 mezitrubkového prostoru mohou být v zásadě vzhledem k příčnému řezu výměníkem umístěna v libovolném místě po obvodu pláště 8 výměníku. Vzhledem k projevujícím se namáháním od tepelných napětí se však jako optimální jeví poloha, při níž jsou navzájem pootočena o 180° . Není však bezpodmínečně nutno volit tuto vzájemnou polohu, neboť ve srovnání se známými konstrukcemi neleží nebezpečné tepelné rozhraní v podélném, ale příčném řezu pláštěm 8 výměníku. Podobně také první vstupní hrdlo 1 trubkového prostoru, které je ve znázorněném provedení umístěno ve víku 16 přední komory 12, může být umístěno v kterémkoliv místě obvodové stěny 17 přední komory 12, optimální je však opět poloha, při níž první vstupní hrdlo 1 a první výstupní hrdlo 2 svírají navzájem úhel 180° . Toto provedení je nicméně poněkud komplikováno tím, že první vstupní hrdlo 1 je v tomto případě třeba zaústit i do druhé podélné přepážky 6.

Obecně je možno uplatnit v rámci vynálezu i další obměny v provedení výměníku a jeho částí. Pro vytvoření dalších chodů výměníku je příkladně možno zvýšit počet vnitřních podélných přepážek. Podobně také je možno výrobně jednoduchý tvar přepážek v některých případech nahradit v souladu s geometrií trubek přepážkou, která má v řezu tvar víceúhelníku. Kombinace pevné sevřené trubkovnice s plovoucí hlavou, resp. s U-trubkami, které jsou vhodné zejména v případech velkých teplotních rozdílů mezi oběma pracovními médii, a to zvláště tehdy, jsou-li obě média silně znečištěna, takže je nutno trubkový svazek častěji vyjmout za účelem odstranění úsad z vnějšího i vnitřního povrchu trubek, je možno při použití relativně čistých látek s menšími teplotními rozdíly nahradit kombinací dvou pevných trubkovnic. Stejného principu rozdělení trubkového i mezitrubkového prostoru výměníku lze však využít i u teplosměnných zařízení jiného typu, například u výměníků typu trubka v trubce, anebo u dalších trubkových aparátů, jako jsou vařáky, odparky a reaktory.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Výměník tepla, složený z trubkového svazku vymezujícího trubkový prostor, z pláště vymezujícího mezitrubkový prostor, z přední komory a zadní komory, upravených na protilehlých koncích výměníku, z prvního vstupního a prvního výstupního hrdla, navazujících na trubkový prostor, z druhého vstupního hrdla a druhého výstupního hrdla, navazujících na mezitrubkový prostor a z opěrných elementů pro podepření trubkového svazku, vyznačující se tím, že mezitrubkový prostor je rozdělen do nejméně dvou chodů prostřednictvím nejméně jedné první podélné přepážky (5), vytvořené jako duté, na obou koncích otevřené těleso, uložené souose v plášti (8) v poloze, při níž prochází příčnou příčkou (7), umístěnou mezi druhým vstupním a výstupním hrdlem (3, 4) a spojenou hermeticky s pláštěm (8) a první podélnou přepážkou (5), zatímco trubkový prostor výměníku je rozdělen do nejméně dvou chodů prostřednictvím nejméně jedné druhé podélné přepážky (6), vytvořené jako duté, na obou svých koncích uzavřené těleso, uložené souose v přední komoře (12), případně i zadní komoře (18) výměníku.

2. Výměník podle bodu 1, vyznačující se tím, že první anebo druhá podélná přepážka (5, 6) má kruhový průřez.

3. Výměník podle bodu 1, vyznačující se tím, že první anebo druhá podélná přepážka (6) má průřez ve tvaru mnohoúhelníku.

4. Výměník podle bodu 1 až 3, vyznačující se tím, že počet prvních podélných přepážek (5) v mezitrubkovém prostoru je o jednu menší než počet chodů v tomto prostoru.

5. Výměník podle bodu 1 až 4, vyznačující se tím, že příčná přepážka (7) je vůči plášti (8) utěsněna rozebíratelně, například pružným kovovým těsněním.

6. Výměník podle bodu 1 až 4, vyznačující se tím, že příčná přepážka (7) je vůči plášti (8) utěsněna nerozebíratelně, například svařem.

7. Výměník podle bodu 6, vyznačující se tím, že příčná přepážka (7) tvoří současně protipřírubu ke zbývajícím částem pláště (8).

8. Výměník podle bodu 1 až 7, vyznačující se tím, že první vstupní nebo první výstupní hrdlo (1, 2) je umístěno ve vřtu (16) přední komory (12).

9. Výměník podle bodu 1 až 7, vyznačující se tím, že první vstupní hrdlo (1) a první výstupní hrdlo (2) jsou umístěna v obvodové stěně (17) přední komory (12), například v protilehlé poloze.

10. Výměník podle bodu 1 až 9, vyznačující se tím, že u dvouchodého výměníku činí průměr první podélné přepážky (5) 0,5 až 0,9 průměru pláště (8).

11. Výměník podle bodu 1 až 10, vyznačující se tím, že opěrné elementy pro podepření trubkového svazku jsou upraveny vně i uvnitř první podélné přepážky (5).

12. Výměník podle bodu 11, vyznačující se tím, že opěrné elementy jsou vytvořeny jako tyčové přepážky.

13. Výměník podle bodu 11, vyznačující se tím, že opěrné elementy jsou vytvořeny jako segmentové přepážky.

14. Výměník podle bodu 11, vyznačující se tím, že opěrné elementy jsou vytvořeny jako vnější a vnitřní šroubovicové přepážky (13, 14), které jsou vytvořeny jako přerušovaná nebo plynulá šroubovicová plocha, složená ze segmentů ve tvaru kruhových výsečí, případně částí šroubovicové plochy.

