



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 206 414

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 07 12 79
(21) PV 8536-79

(11) (B 1)

(51) Int. Cl.³ F 28 D 7/0C

(40) Zveřejněno 29 08 80
(45) Vydáno 15 10 83

(75)
Autor vynálezu FLORIAN JAN ing., SLAVKOV U BRNA, NĚMČANSKÝ JAN ing.,
PRCHAL JOSEF ing., RAJNOHA MIROSLAV ing., BRNO a
VEČEŘA ZDENĚK ing., LELEKOVICE

(54) Výměník tepla

1

Vynález se týká uzavřeného plášťového výměníku tepla, opatřeného svazkem topných trubek zaústěných alespoň na jedné straně do pevné trubkovnice. Výměník je určen zejména pro výměnu tepla mezi látkami s velmi rozdílnou teplotou a tlakem. Může být použit kupříkladu jako výměník odpadního tepla, sloužící pro výrobu páry.

V řadě moderních pracovních procesů vystupuje pracovní látka z procesu s vysokou teplotou a je tedy nositelem značných množství tepelné energie. Z hlediska ekonomie výroby je pochopitelně žádoucí tuto energii využívat. V jiných případech je navíc nutno potlačit průběh vedlejších reakcí, které nevýhodně mění výsledný efekt procesu. Dosahuje se toho kupříkladu velmi rychlým ochlazením pracovní látky vystupující z procesu. Výměník se v těchto případech stává zařízením s přímým technologickým posláním.

Nejčastěji se k danému účelu využívá jako chladicí prostředí voda. Vlastní výměna tepla mezi pracovním prostředím vystupujícím z procesu a vodou, při níž může s výhodou vznikat pára vyšších parametrů, se uskutečňuje ve výměnících různých konstrukcí. Konstrukční řešení těchto výměníků představuje obecně velmi obtížný, komplexní úkol, neboť na horké straně výměníku působí značné rozdíly teplot, tepelné toky jsou velmi vysoké, hrozí projevy různých druhů koroze a navíc zde působí i značné rozdíly tlaků obou látek. Pod tlakem často protichůdných požadavků byla takto dosud volena různá kompromisní řešení,

jejichž zákonitým důsledkem je, že nejsou zcela prostá různých nedostatků. V současné době se vzhledem ke stále vzrůstajícím výkonům chemických zařízení otázka spolehlivosti a životnosti každého jejich členu stává prvořadým požadavkem. Výměník odpadního tepla se v důsledku shora uvedených okolností může stát kritickým místem a zdrojem značných ekonomických ztrát.

Jedno ze známých řešení představuje vysokotlaký plášťový výměník, u něhož teplosměnnou plochu tvoří svazek do sebe zasunutých, zdvojených trubek, na obou koncích zaústěných do společných zploštěných kolektorů. Toto řešení obchází sice nutnost použití silnostěnných konstrukčních dílů, zejména trubkovic, avšak za cenu konstrukční i technologické složitosti zařízení a většího obestavěného prostoru. Nevýhodou je rovněž obtížnost rovnoměrného rozdělení nátoků na stranách obou medií a praktická nemožnost oprav některých míst výměníku.

Při jiném řešení plášťového trubkového výměníku je nosná a těsnicí funkce trubkovnice na horkém konci výměníku rozdělena mezi trubkovnici, která je provedena jako tenkostěnná, a výztužný systém, sestávající z krátkých táhel, spojených s řadami příčných nosníků, jež se opírají o kruhový výstupek pláště výměníku. Nosníky přebírají přitom nosnou úlohu trubkovnice. Popsané uspořádání představuje nicméně výrobně značně komplikovaný systém. Řešení prostoru na horkém konci výměníku nedává kromě toho předpoklady pro zvládnutí nezbytného rovnoměrného rozdělení nátoků chladicí vody při dodržení potřebné minimální rychlosti po celé ploše tenkostěnné trubkovnice, a tím i pro dostatečné chlazení trubkovnice a odplavování mechanických nečistot. To vyvolává opět obtížně zvladatelný problém koroze tepelně exponovaných ploch.

Jiné řešení navazuje na shora popsany systém tím způsobem, že soustavu příčných nosníků nahrazuje vodorovnou nosnou přepážkou. Toto řešení je sice konstrukčně jednodušší, neřeší však dostatečně otázku proudění vody v kritických místech. Odstranění těchto problémů je předmětem dalších řešení. V jednom z nich jsou kupříkladu topné trubky v prostoru nosného systému vedeny sousnými usměrňovacími trubkami, které jsou na konci odvráceném od trubkovnice upevněny v nosné přepážce, zatímco na konci přivráceném k trubkovnici jsou ukončeny volně, popř. jsou upevněny v přítlačné desce, spojené pevně s nosnou přepážkou, anebo v další nosné přepážce. Toto řešení, zejména ve spojení s vhodně odstupňovaným vstupním průřezem mezikruhových průtočných kanálků, vymezených mezi stěnami topných trubek a usměrňovacích trubek, přispívá k rovnoměrnému rozdělení chladicího prostředí po celé ploše trubkovnice, a tím i ke zlepšení chladicího účinku.

Vysokotlaký trubkový výměník tepla podle vynálezu vychází ze shora uvedených poznatků a zkušeností a zdokonaluje dále dosud známá provedení těchto aparátů. Výměník je opatřen svazkem topných trubek, uložených v plášti s hrdly pro přívod chladicí vody na jednom konci a hrdly pro odvod parovodní směsi na druhém konci a zaústěných na alespoň jedné straně do pevné trubkovnice, která je provedena jako tenkostěnná a je opatřena nosným systémem sestávajícím z jedné nebo více navzájem pevně spojených nosných přepážek, opatře-

ných otvory pro topné trubky a pomocí táhel spojených s tenkostěnnou trubkovnicí. Výměník je podle vynálezu charakterizován tím, že stěna nosné přepážky sousedící s tenkostěnnou trubkovnicí je na straně přivrácené k trubkovnici provedena jako rotační plocha vyklenu-tá podle tvořící přímky, popř. křivky směrem k tenkostěnné trubkovnici.

Ve vysokotlakém trubkovém výměníku podle vynálezu se otázka proudění vody v kritických místech na horkém konci výměníku řeší tedy tím, že se mezi nosnou přepážkou a tenkostěnnou trubkovnicí vytvoří tvarovaný prostor, který je sám o sobě schopen ovlivnit charakter proudění chladicí vody v tomto prostoru v radiálně-osevém směru tak, že rychlost vody proudící nad tenkostěnnou trubkovnicí v žádném místě neklesne pod minimální kritickou hodnotu požadovanou pro zajištění spolehlivé chladicí a oplachovací funkce. Tenkostěnná trubkovnice se v důsledku toho nepřehřívá a současně se předchází usazování mechanických nečistot, které vytvářejí zárodky pevně ulpívajících úsad, pod nimiž může probíhat koroze, nepříznivě ovlivňující spolehlivost a životnost aparátu.

Otázka proudění chladicí vody ve střední části aparátu se dále podle vynálezu řeší tak, že ve středové části trubkového svazku výměníku je vytvořen volný prostor, do něhož je zaústěn nejméně jeden středový prostupný otvor provedený v plné střední části nosné přepážky nebo přepážek. Tímto uspořádáním se podporuje preferenční nátok vody do středové části trubkového svazku a dociluje se požadovaných chladicích účinků i v této tepelně nejvíce exponované oblasti. Rychlost proudění chladicí vody po ploše trubkovnice je možno dále vhodně regulovat tím, že průtočná plocha otvorů pro topné trubky se po ploše nosné přepážky mění, a to nejlépe tak, že průtočná plocha ve střední části nosné přepážky činí 1,05 až 1,3 násobek průtočné plochy v obvodové části nosné přepážky.

Za určitých podmínek, kupříkladu u výměníků s přímým trubkovým svazkem, které vykazují velké průměry anebo u výměníků, které jsou z technologických důvodů zkráceny, mohou být i výstupní teploty pracovního média na studeném konci výměníku značně vysoké, takže nedovolují ani v tomto místě použití jednoduché silnostěnné trubkovnice. V tomto případě je účelné i tento konec výměníku provést stejným způsobem jako horký konec, tj. opatřit jej tenkostěnnou trubkovnicí s nosným systémem. Do prostoru mezi tenkostěnnou trubkovnicí a nosnou přepážkou jsou ve výstupní části výměníku zaústěna přídatná výstupní hrdla pro odvod parovodní směsi. Parovodní směs je pak v tomto uspořádání odváděna systémem dvou druhů hrdel: hlavní podíl je odváděn bočními hrdly v plášti výměníku, menší podíl hrdly zaústěnými do prostoru mezi tenkostěnnou trubkovnicí a nosnou přepážkou. Tím se prodlouží cesta parovodní směsi až k tenkostěnné trubkovnici a odstraní se parní prostor, který by působil v tomto místě aparátu značné zvýšení teplot jednotlivých konstrukčních dílů.

Příkladné provedení vysokotlakého trubkového výměníku podle vynálezu je blíže zná-morněno na připojeném výkrese, kde obr. 1 představuje ve svislém řezu výměník s přímým svazkem topných trubek zaústěných na vstupní straně do tenkostěnné trubkovnice s nosným ystémem a na výstupní straně do trubkovnice silnostěnné, zatímco obr. 2 obdobné prove-ení výměníku, u něhož jsou oba konce opatřeny tenkostěnnou trubkovnicí s nosným systémem.

Výměník v provedení podle obr. 1 sestává z válcového pláště 1, který je opatřen vstupními hrdly 2 pro přívod chladicího prostředí, tj. obvykle vody, a výstupními hrdly 11 pro odvod parovodní směsi. Chlazené pracovní prostředí vstupuje do výměníku na čele tenkostěnné trubkovnice 3, protéká svazkem topných trubek 7 a z nich vystupuje na čele silnostěnné trubkovnice 12.

Tenkostěnná trubkovnice je ve znázorněném provedení vevařena do pláště 1 výměníku a je zavěšena na táhlech 5, která jsou zakotvena v nosné přepážce 6, umístěné v úrovni pod vstupními hrdly 2. V nosné přepážce 6 jsou dále vytvořeny otvory 8 pro topné trubky 7, jeden nebo několik středových otvorů 9 a v obvodové části přepážky přestupní otvory 4.

Chladicí voda, která se do výměníku přivádí vstupními hrdly 2, natéká nejprve do nátokové komory 20, která je vymezena svislou prstencovou přepážkou 10 a obvodovou částí nosné přepážky 6. Z nátokové komory 20 postupuje voda přestupními otvory 4 do prostoru 18 mezi tenkostěnnou trubkovnicí 3 a nosnou přepážkou 6, přičemž je usměrňována převážně do radiálního směru, takže proudí podél tenkostěnné trubkovnice 3 a omývá ji. Z radiálního toku chladicí vody se oddělují postupně podíly, které získávají osový směr a opouštějí prostor 18 otvory 8, jejichž průměr je větší než průměr topných trubek 7. Zbývající podíl vody protéká středovými otvory 9 do volného prostoru vytvořeného ve středové části trubkového svazku. Postupný úbytek chladicí vody v prostoru 18, který by mohl nepříznivě ovlivnit pokles rychlosti proudění vody, a tím i chladicí účinek vůči omývané tenkostěnné trubkovnici 3, je kompenzován vhodným vytvarováním stěny nosné přepážky 6 na straně přivrácené k tenkostěnné trubkovnici 3. Další, neméně významnou výhodou vytvoření tvarovaného usměrňovacího prostoru nad tenkostěnnou trubkovnicí 3 je i ta okolnost, že nosná přepážka 6 je v tomto případě uložena v bezprostřední blízkosti tenkostěnné trubkovnice 3, takže pro její spojení s trubkovnicí 3 jsou použita táhla kratší než táhla užitá v dříve popsanych konstrukčních provedeních, kdy byly nosné přepážky, resp. obecně nosné prvky umístěny v úrovni nad přítokovými hrdly chladicí vody. Táhla 5 jsou v důsledku toho méně pružná a vykazují menší deformace, což se projevuje ve sníženém namáhání tenkostěnné trubkovnice 3.

Parovodní směs, která se vytváří po průchodu chladicí vody mezitrubkovým prostorem výměníku, opouští výměník na studeném konci výstupními hrdly 11.

Na obr. 2 je znázorněno alternativní provedení výměníku pro případy, kdy teploty pracovního prostředí na výstupu z trubkového svazku výměníku zůstávají i nadále značně vysoké a je proto účelné i na studeném konci výměníku použít obdobného konstrukčního řešení jako na horkém konci. Parovodní směs je z mezitrubkového prostoru výměníku odváděna jednak hlavními výstupními hrdly 11, jednak přídatnými výstupními hrdly 17, zaústěnými do prostoru 19 mezi nosnou přepážkou 13 a tenkostěnnou trubkovnicí 14. Tak jako na horkém konci výměníku tvoří i zde součást nosného systému táhla 15 spojující nosnou přepážku 13 s tenkostěnnou trubkovnicí 14. Využívá se zde rovněž vhodného tvarování prostoru 19, které však může být obecně jiné než na horkém konci výměníku. Ve středové části

výměníku je opět vynechána jedna topná trubka 7 a obě nosné přepážky 6 a 13 jsou opatřeny středovými otvory 9 a 16.

Provedení trubkového výměníku tepla podle vynálezu není ovšem omezeno pouze na oba znázorněné případy - je možno zde použít různých dalších variant v provedení jednotlivých konstrukčních dílů. Trubkový svazek může být kupříkladu v některých technologických případech proveden z U-trubek zaústěných jednostranně do tenkostěnné trubkovnice. Celkové uspořádání výměníku zůstává i v tomto případě v podstatě shodné: přívod chladicí vody je upraven ve spodní části pláště výměníku, odvod parovodní směsi v horní části pláště výměníku. Vstupní prostor výměníku je však v tomto případě rozdělen ve dvě části: z nich jedna slouží pro rozvod chlazeného plynného pracovního prostředí do jednotlivých topných trubek trubkového svazku, zatímco druhá pro sběr a odvod ochlazeného prostředí.

Při jiném uspořádání, které přichází v úvahu zejména u výměníků velkých průměrů, může být nosný systém dále vytvořen ze dvou nosných přepážek, spojených navzájem táhly nebo přímo topnými trubkami. Horní, netvarovaná nosná přepážka je v tomto případě umístěna nad úrovní vstupních hrdel pro chladicí vodu a podílí se na vytvoření nátokové komory.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Výměník tepla pro vysoké tlaky a teploty, opatřený svazkem topných trubek uložených v plášti s hrdly pro přívod chladicí vody na jednom konci a hrdly pro odvod parovodní směsi na druhém konci a zaústěných na alespoň jedné straně do pevné trubkovnice, která je provedena jako tenkostěnná a je opatřena nosným systémem, sestávajícím z jedné nebo více navzájem pevně spojených nosných přepážek, opatřených otvory pro topné trubky a pomocí táhel spojených s tenkostěnnou trubkovnicí, vyznačený tím, že stěna nosné přepážky (6, 13) sousedící s tenkostěnnou trubkovnicí (3, 14) je na straně přivrácené k tenkostěnné trubkovnici (3, 14) provedena jako rotační plocha vyklenutá podle tvořící přímky, popřípadě křivky směrem k tenkostěnné trubkovnici (3, 14).
2. Výměník tepla podle bodu 1, vyznačený tím, že ve středové části trubkového svazku výměníku je vytvořen volný prostor, do něhož je zaústěn nejméně jeden středový prostupný otvor (9, 16) provedený v plné střední části nosné přepážky nebo přepážek (6, 13).
3. Výměník tepla podle bodů 1 a 2, vyznačený tím, že průtočná plocha otvorů (8) pro topné trubky (7) se po ploše nosné přepážky (6, 13) mění tak, že průtočná plocha ve střední části nosné přepážky (6, 13) činí 1,05 až 1,3 násobek průtočné plochy v obvodové části nosné přepážky (6, 13).
4. Výměník tepla podle bodů 1 až 3, jehož oba konce jsou opatřeny tenkostěnnými trubkovnicemi s nosným systémem, vyznačený tím, že do prostoru (19) vymezeném tenkostěnnou trubkovnicí (14) a nosnou přepážkou (13) ve výstupní části výměníku je zaústěno přídatné výstupní hrdlo (17) pro odvod parovodní směsi.

5. Výměník tepla podle bodů 1 až 4, vyznačený tím, že nosná přepážka (6) ve vstupní části výměníku nese na svém obvodu na straně odvrácené od tenkostěnné trubkovnice (3) svislou prstencovou přepážku (10), jejíž horní konec je připevněn k plášti (1) výměníku v rovině ležící nad úrovní vstupních hrdel (2) pro přívod chladicí vody, přičemž v obvodové části nosné přepážky (6) jsou mezi pláštěm (1) výměníku a svislou přepážkou (10) vytvořeny přestupní otvory (4).

2 výkresy ..



