



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

230 981

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 16 12 82
(21) PV 9216-82

(51) Int. Cl. F 26 B 23/10

(40) Zveřejněno 25 11 83
(45) Vydáno 01 08 85

(75)

Autor vynálezu

BERAN ZDENĚK ing.,
STANĚK JAROSLAV ing.,
SMEJKAL STANISLAV ing.,
MÍCHAL VÁCLAV ing., BRNO

(54) Zařízení pro zpětné získávání tepla u sušáren

Vynález se týká zařízení pro zpětné získávání tepla u sušáren, kde se jako sušicího prostředí používá plynů a kde se teplo z plynů, vystupujících ze sušárny, převádí za použití dvou trubkových výměníků a teplotonosného média do plynů, vstupujících do sušárny. Vynález řeší problém zvýšení efektivity zařízení a odstranění zanášení mezitrubkových prostorů tak, že alespoň v jednom z výměníků jsou trubky seřazeny do dvou nad sebou umístěných sekcí, kde trubky horní sekce mají vyšší poměr ožebrování než trubky dolní sekce. U výměníku napojeného na přívod plynů vstupujících do sušárny může být přenos tepla zvýšen použitím volně uložených částic pevné hmoty, vytvářejících tryskací vrstvy.

Předmětem vynálezu je zařízení pro zpětné získávání tepla u sušáren, kde se jako sušicího prostředku používá plynů, zpravidla vzduchu, a kde se teplo z proudu plynů, vystupujících ze sušárny, přenáší prostřednictvím kapalného teplotonosného média do proudu plynů, vstupujících do sušárny.

Pro zpětné získávání tepla z proudu plynů vystupujících ze sušárny se v řadě případů s výhodou používá výměníkůvých systémů s nepřímým přenosem tepla, kde první výměník je umístěn v proudu plynů vystupujících ze sušárny a druhý v proudu plynů, vstupujících do ohříváče, předřazeného sušárně. Výměníky jsou vzájemně propojeny potrubím, přičemž uvnitř tohoto systému cirkuluje kapalně teplotonosné médium, například voda, která se v prvním výměníku ohřívá a v druhém ochlazuje. Vlastní výměníky jsou zpravidla provedeny jako svazky trubek, uspořádaných v několika řadách. Uvnitř trubek proudí kapalně teplotonosné médium, vně trubek směs plynů, zpravidla vzdušiny. Vzhledem k nízkým hodnotám přestupu tepla na straně plynné fáze jsou trubky výměníků ožebrovány s poměrem ožebrování až 20 : 1, aby se dosáhlo co nejvyššího zvětšení teplosměnného povrchu.

Proti jiným známým systémům pro zpětné získávání tepla má popsany systém některé výhody. Ve srovnání s výměníky plyn - plyn má zpravidla menší rozměry a je odolnější proti deformacím, způsobeným rozdíly teplot a tlaků. Výměníky je možno umístit přímo do proudů teplých a studených plynů, přičemž mohou být od sebe vzdáleny tak, jak to vyžaduje místní situace. Výhoda možnosti různého umístění se projevuje i ve srovnání s tepelnými trubnicemi. Nevýhodou uvedeného výměnného systému je, že při ochlazení proudu teplých plynů až na rosný bod hrozí ucpávání mezitrubkového prostoru, zvláště pokud plyny vystupující ze sušárny obsahují prachové částice, což je v provozních podmínkách například u sušáren se vznosovou vrstvou běžné.

Uvedené nevýhody odstraňuje vynález, jehož podstata spočívá v tom, že u zařízení, opatřeného dvěma trubkovými výměníky s horizontálně uloženými trubkami, kde do prvního výměníku ústí shora přívod plynů, vystupujících ze sušárny a do druhého výměníku ústí zdola přívod plynů, vstupujících do sušárny, jsou alespoň v jednom z výměníků trubky seřazeny do dvou vzájemně nad sebou umístěných sekcí, přičemž trubky horní sekce jsou ožebrovány s poměrem ožebrování větším než 5 : 1 a trubky dolní sekce jsou hladké nebo ožebrovány s poměrem ožebrování nejvýše 2,5 : 1.

Ve výhodném provedení jsou v mezitrubkovém prostoru dolní sekce druhého výměníku volně uloženy částice pevné hmoty.

Proti jiným známým systémům umožňuje zařízení podle vynálezu ochlazení teplého proudu plynů až na teplotu rosného bodu, přičemž je podstatně sníženo nebo odstraněno ucpávání mezitrubkového prostoru. Tím se zvyšuje účinnost výměnného systému. V prvním výměníku v prostoru sekce s vysokožebrovanými trubkami dochází k ochlazení teplého proudu plynů na teploty nad rosným bodem, povrch trubek zůstává suchý, přičemž nedochází k nalepování vlhkých částic a jejich shromažďování mezi žebry trubek výměníku. K dalšímu dochlazování až k rosnému bodu a případné kondenzaci par dochází potom až na povrchu hladkých nežebrovaných trubek, případně trubek s nízkými, s výhodou vyválcovanými žebry, které nejsou ná-

chylné k zanášení. Případné nánosy vlhkých částic, vzniklé při delším provozu, jsou s povrchu takových trubek snadno odstranitelné. Další účinky technických opatření, tvořících podstatu vynálezu, jsou odvozeny od vlastností systému tryskajících vrstev částic pevné hmoty, vytvářejících v druhém výměníku paralelně s osami trubek podélné fontány. Částice, umístěné v mezitrubkovém prostoru sekce s nízkožebrovanými případně hladkými trubkami, turbulizují proud plynů a svým pohybem zprostředkují přenos tepla mezi plynným prostředím a stěnou trubky. Tím se jednak několikanásobně zvyšuje intenzita přenosu tepla na stěny trubek, které jsou ponořeny v takovém systému pevných částic a plynu, jednak se zvyšuje přenos tepla i na stěny trubek, umístěných nad tímto systémem ve směru proudění plynů. Je to způsobeno jednak turbulizací plynů, jednak zrovnoměněním rychlostního profilu proudění plynů výměníkem. Další výhodou konstrukčního rázu je možnost vzájemné zastupitelnosti prvního i druhého výměníku, což je výhodné i z hlediska zjednodušení výroby.

Na přiloženém výkresu je znázorněn příklad zařízení podle vynálezu v perspektivním pohledu.

Hlavními funkčními částmi zařízení jsou dva výměníky 1, 11. První výměník 1 se skládá z první rozváděcí komory 8, ve které jsou upraveny první horní sekce 2 a pod ní umístěná první dolní sekce 3, které se skládají z horizontálně uložených a vzájemně rovnoběžných trubek 10. Trubky 10 první horní sekce 2 jsou ožebrovány s poměrem ožebrování větším než 5 : 1, zatímco trubky 10 první dolní sekce 3 jsou hladké. Do horní části první rozváděcí komory 8 ústí shora první horní hrdlo 7, napojené na výstup plynů ze sušárny. Zezdola ústí do první rozváděcí komory 8 první dolní hrdlo 9, vyústující do atmosféry. Analogické uspořádání má druhý výměník 11, který se skládá z druhé rozváděcí komory 81, druhé horní sekce 21 a druhé dolní sekce 31, tvořených trubkami 10 stejného druhu, jako jsou trubky 10 prvního výměníku 1, dále z druhého horního hrdla 71 a druhého dolního hrdla 91, přičemž druhé dolní hrdlo 91 navazuje na zdroj plynů, určených k vytvoření sušicího prostředí v sušárně, a druhé horní hrdlo 71 navazuje na ohříváč, předřazený sušárně. V mezitrubkovém prostoru druhé dolní sekce 31 jsou volně uloženy částice 4 pevné hmoty, jejichž velikost leží v rozmezí 2 - 10 mm. Trubky 10 prvního a druhého výměníku 1, 11 jsou vzájemně propojeny potrubím 5, do něhož je zařazeno čerpadlo 6.

Teplý proud plynů ze sušárny vstupuje prvním horním hrdlem 7 do první rozdělovací komory 8, kde obtéká trubky 10 první horní sekce 2 a první dolní sekce 3 a při tom zahřívá teplotonosné médium v nich obsažené. Působením čerpadla 6 teplotonosné médium cirkuluje mezi trubkami 10 prvního výměníku 1 a druhého výměníku 11. Teplem převedeným do druhého výměníku 11 se studený vzduch vstupující do druhé rozdělovací komory 81 ohřívá a přehřátý vstupuje přes druhé horní hrdlo 71 do ohříváče předřazeného sušárně. Přenosu tepla v druhém výměníku 11 napomáhají částice 4 pevné hmoty, které vytvářejí v proudu plynů, procházejícím druhou dolní sekci 31 s hladkými trubkami 10, podélně tryskající vrstvy. Takto turbulizovaný proud plynů pak prochází druhou horní sekci 21 s trubkami 10 majícími vysoký stupeň ožebrování.

Místo hladkých trubek 10 v první nebo druhé dolní sekci 3, 31 je též možné použít

ožebrovanych trubek 10 se stupněm ožebrování nejvýše 2,5 : 1.

Dále jsou uvedeny dva příklady využití zařízení podle vynálezu :

Příklad 1 :

Systém nízkožebrovanych trubek s vyválnčoványými žebry o poměru ožebrování 2,5 : 1 byl odzkoušen pro částečnou kondenzaci přehřátých par uhlovodíku. Přehřáté páry vystupovaly z fluidní sušárny práškového polypropylenu o roštové ploše 0,2 m² a obsahovaly úlet drobných frakcí polypropylenu. K ucpávání mezitrubkového prostoru sekce z nízkožebrovanych trubkami nedošlo ani po 1 000 hodinách provozu.

Příklad 2 :

Na poloprovozním výměníku o ploše příčného řezu 1 m² byly sledovány vlastnosti systému z částicemi pevné hmoty ve čtyřřadém uspořádání trubek. Částice, vytvářející tryskající vrstvy, měly velikost 5 - 7 mm a měrnou hmotnost cca 750 kg/m³. Rychlosti proudění plynného prostředí, vzduchu, se pohybovaly v rozmezí 2,5 - 4 m/sec. (vztaženo na plochu příčného řezu při měrné hmotnosti vzduchu rovné 1,2 kg/m³). Hodnoty koeficientu přestupu tepla na straně vzduchu se pohybovaly v rozmezí 170 - 220 W/m² °K, což znamená zvýšení přestupu tepla ve srovnání z hodnotami za nepřítomnosti pevných částic o 200 - 300 %.

Zařízení podle vynálezu je vhodné zejména pro zpětné získávání tepla u sušáren s většími objemy vzdušiny, které mají provozní rezervu tlaku na vstupním a výstupním proudě vzdušiny. Jsou to například sušárny s fluidní vrstvou nebo proudové sušárny. Není však vyloučeno použití tohoto zařízení pro jiné typy sušáren a různá sušící prostředí.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zařízení pro zpětné získávání tepla u sušáren, opatřené dvěma trubkovými výměníky s horizontálně uloženými trubkami, z nichž alespoň část je ožebrována, a které jsou vzájemně propojeny tak, že tvoří uzavřený cirkulační okruh pro kapalně teplotonosné médium, přičemž do prvního výměníku ústí shora přívod plynů, vystupujících ze sušárny a do druhého výměníku ústí zdola přívod plynů vstupujících do sušárny, vyznačené tím, že alespoň v jednom z výměníků (1, 11) jsou trubky (10) seřazeny do dvou vzájemně nad sebou umístěných sekcí (2, 3, 21, 31), přičemž trubky (10) horní sekce (2, 21) jsou ožebrovány s poměrem ožebrování větším než 5 : 1 a trubky (10) dolní sekce (3, 31) jsou hladké nebo ožebrovány s poměrem ožebrování nejvýše 2,5 : 1.
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že v druhém výměníku (11) mezi trubkami (10) dolní sekce (31) jsou volně uloženy částice (4) pevné hmoty.

