

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2020-146

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

F28D 11/04 (2006.01)

B65G 33/14 (2006.01)

B65G 33/30 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **17.03.2020**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **05.05.2021**
(Věstník č. 18/2021)

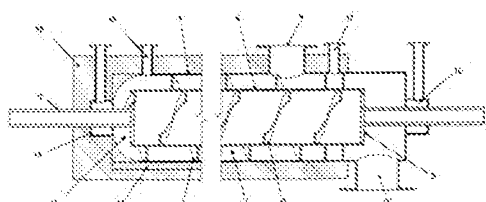
(71) Přihlašovatel:
Vysoká škola báňská - Technická univerzita
Ostrava, Ostrava, Poruba, CZ

(72) Původce:
doc. Dr. Ing. Bohumír Čech, Ostrava, Koblov, CZ
Ing. Zbyszek Szeliga, Ph.D., Bohumín, Skřečůň,
CZ
Ing. Pavel Dvořák, Ostrava, Petřkovice, CZ
Ing. Radim Fojtů, Kunčice pod Ondřejníkem, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Libor Markes, patentový zástupce, Grohova
145/54, 602 00 Brno, Veverčí

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Rekuperační šnekový výměník tepla,
zejména pro sypké materiály**

(57) Anotace:
Šnekový výměník tepla, zejména pro sypké materiály, je tvořen trubkovitým pláštěm (1), ve kterém je s vůlí otočně uložen poháněný dutý, teplosměnnou plochu tvořící hřídel (4) na obou čelech opatřený otvory (5), který má na vnějším povrchu přivařen do šroubovice vinutý vnější pás (6) pro transport ohřivaného materiálu dutinou (7) mezi pláštěm (1) a hřídelem (4) a na vnitřním povrchu přivařen do šroubovice vinutý vnitřní pás (8) pro transport materiálu předávajícího citelné teplo, přičemž pásy (6, 8) jsou vinuty v opačném smyslu stoupání.



Rekuperační šnekový výměník tepla, zejména pro sypké materiály

Oblast techniky

5

Vynález se týká konstrukce šnekového rekuperačního výměníku tepla, zejména k využití ve výrobě stavebních hmot a v energetice v režimu přenosu tepla sypká hmota – sypká hmota.

10 Dosavadní stav techniky

Metoda SNCR (selective non-catalytic reduction) je způsob snižování obsahu oxidů dusíku v emisích elektráren spalujících uhlí, biomasu nebo odpad. Do topeniště kotle se vstřikuje čpavková voda nebo močovina, přičemž spaliny za teploty 760 až 1000 °C reagují s oxidy dusíku. Výsledným produktem jsou molekulární dusík, oxid uhličitý a voda. Při vstřikování vznikají vedle denitrifikační reakce nežádoucí čpavkové sloučeniny, které při nižších teplotách kondenzují na povrchu popílku a vytvářejí čpavkové soli. Tyto soli omezují využití popílků ve stavební výrobě, protože přidáním vody a jakékoli alkálie, např. vápníku, dojde k uvolnění čpavkových solí, což má za následek nepříjemný zápach stavební hmoty.

20

Možným řešením tohoto problému je chemická cesta vytěsnění čpavkových solí z popílků. Tím ale dochází ke znehodnocení žádoucích vlastností popílku, zejména jeho cementačních vlastností. Jiným řešením je termické vytěsnění čpavkových solí sublimací při teplotách od 200 do 400 °C. Při tomto způsobu sice nedochází ke znehodnocování cementačních vlastností popílků důležitých pro stavební průmysl, avšak nevýhodou tohoto postupu je jeho energetická náročnost. Popílek je nutno dodatečně ohřát na teploty 200 až 400 °C a opětovně jej ochladit na úroveň bezpečnou pro skladování a následnou manipulaci.

25

Obdobný problém nastává při výrobě jakékoli sypké stavební hmoty, např. cementu, vápna nebo sádrovce, která vystupuje z výrobního procesu o vysoké teplotě. Tu je nutno snížit na bezpečnou úroveň. Citelné teplo odebírané produktu např. chladicí vodou se pak bez dalšího využití odvádí do okolního prostředí.

30

RU 2616630 popisuje zařízení k pyrolytickému zpracování domovního odpadu, ve kterém je materiál veden šnekovým dopravníkem válcovou pyrolýzní komorou, jejímž dutým pláštěm prochází topné médium – výfukové plyny kogenerační jednotky dodatečně ohřáté na 1100 °C. Jedná se o šnekový výměník tepla, jehož konstrukce však neumožňuje přenos tepla mezi sypkými materiály.

35

Z DE 3012829 je známo fermentační zařízení, v ose jehož vertikálně postavené válcové nádoby je vedeno míchadlo ve tvaru šnekového dopravníku a na jehož stěně je přivařen do šroubovice vinutý pás. Toto uspořádání slouží pouze k dokonalému promíchání tekuté náplně nádoby.

40

Vynález si klade za úkol navrhnout konstrukci výměníku tepla obsaženého v sypké hmotě k předehřevu sypké hmoty, který může být využit při teplotách do 400 °C.

45

Podstata vynálezu

Uvedený úkol řeší šnekový výměník tepla, zejména pro sypké materiály, jehož podstata spočívá v tom, že je tvořen trubkovitým pláštěm, ve kterém je s vůlí otočně uložen poháněný dutý, teplosměnnou plochu tvořící hřídel na obou čelech opatřený otvory, který má na vnějším povrchu přivařen do šroubovice vinutý vnější pás pro transport ohřívaného materiálu dutinou mezi pláštěm a hřídelem a na vnitřním povrchu přivařen do šroubovice vinutý vnitřní pás pro transport materiálu předávajícího citelné teplo, přičemž pásy jsou vinuty v opačném smyslu stoupání.

55

5 V jednom provedení může být výměník opatřen na jednom konci vstupem materiálu do dutiny mezi pláštěm a hřídelem a výstupem materiálu z vnitřního prostoru hřídele a na druhém konci je pak dutina mezi pláštěm a hřídelem propojena s vnitřním prostorem hřídele, přičemž na druhém konci je výměník opatřen prostředky k ohřevu materiálu.

10 V jiném provedení je výměník na jednom konci opatřen vstupem ohřivaného materiálu do dutiny mezi pláštěm a hřídelem, jakož i výstupem citelné teplo předávajícího materiálu z vnitřního prostoru hřídele, a na druhém konci je opatřen výstupem ohřivaného materiálu, přičemž vnitřní prostor hřídele je na druhém konci napojen na přívod materiálu předávajícího citelné teplo.

Pás vinutý do šroubovice na druhém konci s výhodou vyčnívá z vnitřního prostoru hřídele tak, aby zabíral do propojení dutiny a vnitřního prostoru hřídele, resp. do přívodu materiálu.

15 Dutina mezi pláštěm a hřídelem může být opatřena průduchy pro odvádění plynných zplodin.

Uložení hřídele jsou s výhodou opatřena přívody těsnicího vzduchu.

20 Okraje dutiny mezi pláštěm a hřídelem mohou být opatřena mezikružními pro přívod oddělovacího vzduchu.

25 Pás vinutý do šroubovice na vnějším nebo vnitřním povrchu hřídele může být přerušovaný a v takovém případě mohou být úseky pásu na zadním konci vyhnuty proti směru otáčení hřídele, případně jsou v linii kontaktu s hřídelem opatřeny otvory.

30 Podstatou vynálezu je konstrukce kontinuálního šnekového výměníku tepla mezi dvěma sypkými hmotami o různých teplotách, která na rozdíl od známých typů výměníků pro sypké hmoty umožňuje přenos tepla bezprostředně mezi sypkými hmotami o různé teplotní úrovni bez zprostředkujícího teplotního média.

35 Základním konstrukčním prvkem výměníku je dvojice pásů vinutých v opačném smyslu stoupání navařených na vnějším, resp. vnitřním povrchu otáčejícího se dutého hřídele, které při výměně tepla dopravují materiál podél stěny dutého hřídele v opačných směrech. Přitom v průběhu dopravy dochází přes stěnu dutého hřídele k výměně tepla, případně k předehřevu materiálu z cizího zdroje tepla.

K vysoké účinnosti výměníku přispívá, že výměna tepla mezi teplejším a chladnějším materiálem probíhá v protiproudu.

40

Objasnění výkresů

45 Vynález je dále objasněn pomocí výkresů, na nichž obr. 1 představuje ve schematickém podélném řezu koncové úseky šnekového výměníku tepla, ve kterém je sypký materiál nejprve ohřát z cizího zdroje pro dosažení teploty potřebné k vytékání nežádoucích příměsí, a následně je citelné teplo v ohřátém materiálu využito pro předehřátí vstupujícího materiálu. Obr. 2 je schematický podélný řez jiným provedením šnekového výměníku tepla určeného pro chlazení horké výstupní sypké suroviny, např. v cementářském průmyslu, nebo při výrobě vápna a sádrovce, a pro předání jejího citelného tepla do vstupujícího materiálu. Obr. 3 až 5 představují provedení dutého hřídele s přerušovaným vnějším pásem, resp. úseky vnějšího pásu, a to v příkladu provedení podle obr. 4 jsou úseky pásu na zadním konci vyhnuty proti směru otáčení hřídele a v příkladu podle obr. 5 jsou v linii kontaktu s hřídelem opatřeny otvory.

Příklady uskutečnění vynálezu

Šnekový výměník tepla podle obr. 1 a 2 je tvořen trubkovitým pláštěm 1, ve kterém je prostřednictvím dvou poloos 2 – viz obr. 1, resp. prostřednictvím jedné poloosy 2 a ložiska 3 – viz obr. 2 s vůlí otočně uložen poháněný dutý, teplosměnnou plochu tvořící hřídel 4 na obou čelech opatřený otvory 5. Dutý hřídel 4 má na vnějším povrchu přivařen vnější pás 6 vinutý do šroubovice sloužící při otáčení hřídele 4 pro transport ohřívajícího materiálu směrem doleva dutinou 7 mezi pláštěm 1 a hřídelem 4. Dutý hřídel 4 má na vnitřní stěně přivařen do šroubovice vinutý vnitřní pás 8 pro transport materiálu předávajícího citelné teplo směrem doprava vnitřním prostorem hřídele 4. Pásky 6, 8, které v podstatě představují šnekové dopravníky, jsou vinuty v opačném smyslu.

V provedení podle obr. 1, určeném k dočasnému ohřátí materiálu a jeho následnému ochlazení, má výměník na pravém konci vstup 9 materiálu do dutiny 7 mezi pláštěm 1 a hřídelem 4 a výstup 10 materiálu z vnitřního prostoru hřídele 4. Na levém konci je ponechána mezeru 11 mezi pláštěm 1 a hřídelem 4, která propojuje dutinu 7 s vnitřním prostorem hřídele 4. Na druhém konci je výměník dále opatřen cizím tepelným zdrojem 12 k ohřevu materiálu. Může to být, např. plynový hořák nebo tepelný výměník využívající odpadní teplo spalín.

V provedení podle obr. 2, určeném k využití citelného tepla vypálené suroviny, má výměník na pravém konci vstup 9 ohřívajícího materiálu do dutiny 7 mezi pláštěm 1 a hřídelem 4 a výstup 10 materiálu, který předal své citelné teplo a padá otvorem 5 z vnitřního prostoru hřídele 4. Na levém konci má výměník výstup 13 ohřátého materiálu z dutiny 7. Vnitřní prostor hřídele 4 je na tomto konci napojen na přívod 14 horkého materiálu předávajícího citelné teplo, např. vypáleného slínku z cementářské pece.

U obou provedení vnitřní pás 8 na levém konci vyčnívá z vnitřního prostoru hřídele 4 tak, aby zabíral do mezery 11, resp. přívodu 14 materiálu a usnadnil vstup materiálu do vnitřního prostoru hřídele 4.

V případě provedení podle obr. 1 je dutina 7 mezi pláštěm 1 a hřídelem 4 opatřena průduchy 15 pro odvádění plyných zplodin.

U obou provedení jsou uloženy hřídele 4 opatřeny přívody 16 těsnicího vzduchu a okraje dutiny 7 mezi pláštěm 1 a hřídelem 4 jsou opatřeny mezikružními 17 pro přívod oddělovacího vzduchu.

V jiných provedeních vynálezu je např. vnější pás 6 upevněný na vnějším povrchu hřídele 4, resp. dělený na úseky – viz obr. 3 až 5. Úseky pásu 6 pak mohou být na zadním konci vyhnuty proti směru otáčení hřídele – viz obr. 4, případně jsou v linii kontaktu s hřídelem 4 opatřeny otvory – viz obr. 5.

V provedení výměníku podle obr. 1 je materiál určený k ohřátí přiváděn vstupem 9 do dutiny 7 mezi hřídelem 4, v níž se otáčí vnější spirálovitý pás 6 navařený na otáčejícím se hřídelem 4 a je jím posouván neotápěným úsekem výměníku směrem doleva. V koncovém úseku opatřeném cizím tepelným zdrojem 12 je ohřát na požadovanou teplotu. Na levém konci výměníku ohřátý materiál vyplní na konci otápěného prostoru mezeru 11 a vstupuje do vnitřního prostoru dutého hřídele 4, kde je vnitřním pásem 8 s opačným smyslem vinutí posouván doprava k výstupu 10. Přitom přes stěnu dutého hřídele 4 předává nabyté citelné teplo do materiálu pohybujícího se dutinou 7. Zároveň se na tomto úseku průduchy 15 odvádí vzdušina s obsahem sublimované složky, např. čpavku a jeho sloučenin, k zachycení nebo neutralizaci. Na pravém konci dutého hřídele 4 materiál otvorem 5 padá do výstupu 10 výměníku. Pro omezení prašnosti se do přívodů 16 vzduchu v oblasti ložisek na obou koncích šnekového výměníku přivádí malé množství těsnicího vzduchu a rovněž se zde na okrajích dutiny 7 přivádí malé množství oddělovacího vzduchu do mezikružní 17, která tlakově odděluje dutinu 7 od výstupního prostoru. Šnekový výměník je opatřen tepelnou izolací 18.

Provedení podle obr. 2 představuje protiproudý výměník tepla, ve kterém materiál s vyšší teplotní úrovní vstupuje do výměníku přívodem 11 horkého materiálu a je vnitřním pásem 8 vyčnávajícím z vnitřního prostoru dutého hřídele 4 vtahován do tohoto prostoru. Při otáčení hřídele 4 se materiál prostřednictvím vnitřního pásu 8 posouvá směrem zleva doprava, předává své citelné teplo přes stěnu dutého hřídele 4, chladne a otvorem 5 v čele dutého hřídele 4 padá z výměníku výstupem 10.

Studený sypký materiál, zpravidla vsázka, je přiváděn vstupem 9 do dutiny 7 a je v ní unášen ve směru zprava doleva. Předehřátý materiál vystupuje z výměníku výstupem 13. Pro omezení prašnosti se do přívodů 16 vzduchu v oblasti ložisek na obou koncích šnekového výměníku přivádí malé množství těsnicího vzduchu a rovněž se na okrajích dutiny 7 přivádí přívodem 17 malé množství oddělovacího vzduchu do mezikruží, která tlakově oddělují dutinu 7 od přívodu 14 horkého materiálu, resp. výstupního prostoru. Šnekový výměník je rovněž opatřen tepelnou izolací 18.

Pro zlepšení prostupů tepla mohou být v jiných provedeních výměníku do spirály vinuté pásy 6, 8 přerušované – viz obr. 3 až 5 a jejich úseky tvarované a přivařené k vnějšímu, resp. vnitřnímu povrchu hřídele 4 pod vhodným sklonem.

Mohou být na konci zahnuté viz typ č. 2 nebo mohou mít v místě přivaření k hřídeli 4 otvory pro přesypávání materiálu. Přesypáváním materiálu přes stěnu hřídele 4 se intenzifikuje přestup tepla přes stěnu hřídele 4 a tím se zvyšuje účinnost výměníku.

Výměník podle vynálezu je třeba provozovat při teplotách nad rosným bodem vodní páry.

Výměník je navržen ve dvou variantách:

V provedení podle obr. 1 slouží výměník k ohřevu sypkého materiálu na určitou požadovanou teplotu cizím tepelným zdrojem a k následnému zpětnému využití citelného tepla chladnoucího ohřátého materiálu k ohřátí vstupujícího materiálu.

V provedení podle obr. 2 je výměník určen k využití citelného tepla horké sypké hmoty vystupující ze zařízení pro tepelné zpracování, a to k předehřevu suroviny vstupující do tohoto zařízení. Typickým příkladem může být cementářský průmysl, kdy je potřeba výstupní surovinu o vysoké výstupní teplotě chladit na bezpečnou úroveň.

Výměník podle vynálezu je vhodný zejména tam, kde je potřeba pracovat kontinuálně s větším množstvím materiálu. Takovým případem jsou zejména výměníky k aplikaci denitrifikačních metod, při kterých je třeba popílkou odcházející ze spalovacího procesu termicky zbavit čpavkových solí.

PATENTOVÉ NÁROKY

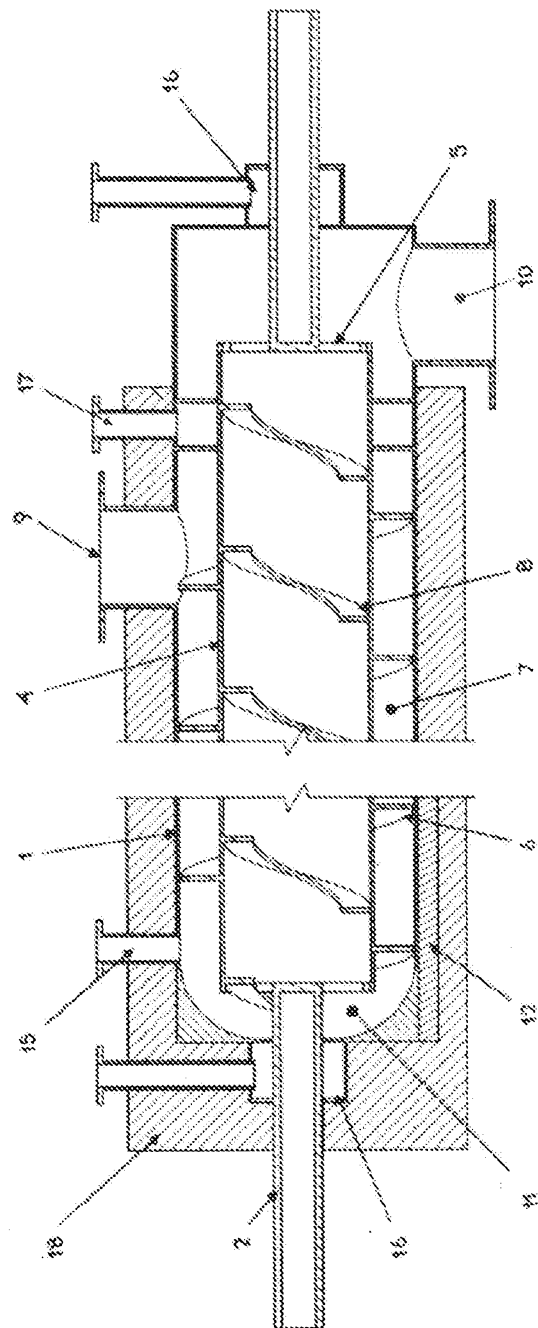
1. Šnekový výměník tepla, zejména pro sypké materiály, **vyznačující se tím**, že je tvořen trubkovitým pláštěm (1), ve kterém je s vůlí otočně uložen poháněný dutý, teplosměnnou plochu tvořící hřídel (4) na obou čelech opatřený otvory (5), který má na vnějším povrchu přivařen do šroubovice vinutý vnější pás (6) pro transport ohřívaného materiálu dutinou (7) mezi pláštěm (1) a hřídelem (4) a na vnitřním povrchu přivařen do šroubovice vinutý vnitřní pás (8) pro transport materiálu předávajícího citelné teplo, přičemž pásy (6, 8) jsou vinuty v opačném smyslu.
2. Výměník podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že je opatřen na jednom konci vstupem (9) materiálu do dutiny (7) mezi pláštěm (1) a hřídelem (4) a výstupem (10) materiálu z vnitřního prostoru hřídele (4) a na druhém konci je pak dutina (7) mezi pláštěm (1) a hřídelem (4) propojena s vnitřním prostorem hřídele (4), přičemž na druhém konci je výměník opatřen prostředky (12) k ohřevu materiálu.
3. Výměník podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že je opatřen na jednom konci vstupem (9) ohřívaného materiálu do dutiny (7) mezi pláštěm (1) a hřídelem (4), jakož i výstupem (10) citelné teplo předávajícího materiálu z vnitřního prostoru hřídele (4), a na druhém konci je opatřen výstupem (13) ohřívaného materiálu, přičemž vnitřní prostor hřídele (4) je na druhém konci napojen na přívod (14) materiálu předávajícího citelné teplo.
4. Výměník podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že vnitřní pás (8) na druhém konci vyčnívá z vnitřního prostoru hřídele (4).
5. Výměník podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že dutina (7) mezi pláštěm (1) a hřídelem (4) je opatřena průduchy (15) pro odvádění plyných zplodin.
6. Výměník podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že uložení hřídele (4) jsou opatřena přívody (16) těsnícího vzduchu.
7. Výměník podle některého z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že okraje dutiny (7) mezi pláštěm (1) a hřídelem (4) jsou opatřena mezikružními (17) pro přívod oddělujícího vzduchu.
8. Výměník podle některého z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že pás (6, 8) vinutý do šroubovice je přerušovaný.
9. Výměník podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že úseky pásu (6, 8) jsou na zadním konci vyhnuty proti směru otáčení hřídele (4).
10. Výměník podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že úseky pásu (6, 8) jsou v linii kontaktu s hřídelem (4) opatřeny otvory.

3 výkresy

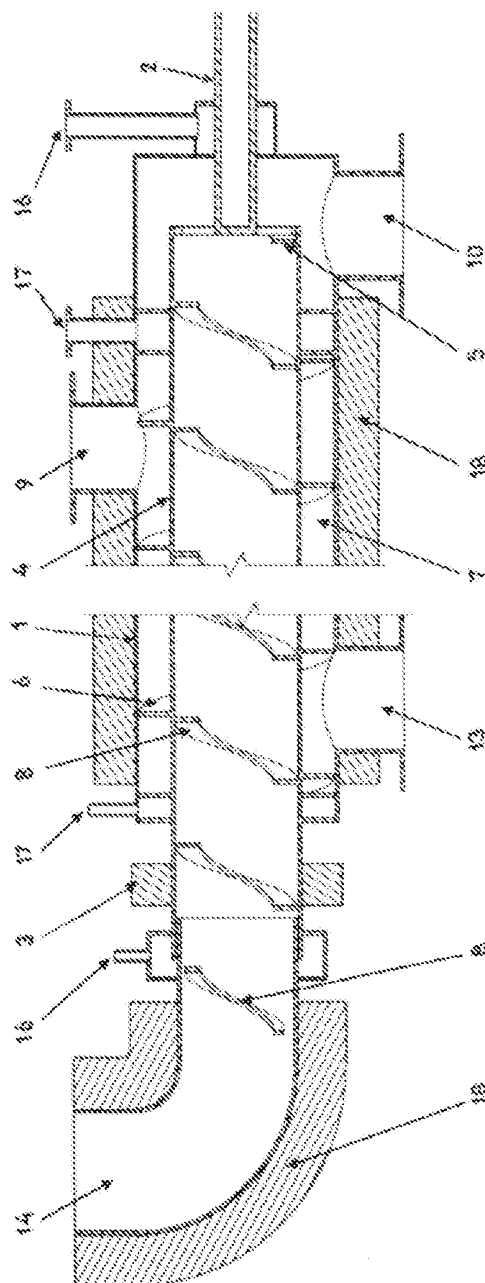
Seznam vztahových značek

- 1 plášť
- 2 poloosa
- 3 ložisko
- 4 dutý hřídel
- 5 otvory v čelech hřídele
- 6 vnější pás
- 7 dutina mezi pláštěm a hřídelem

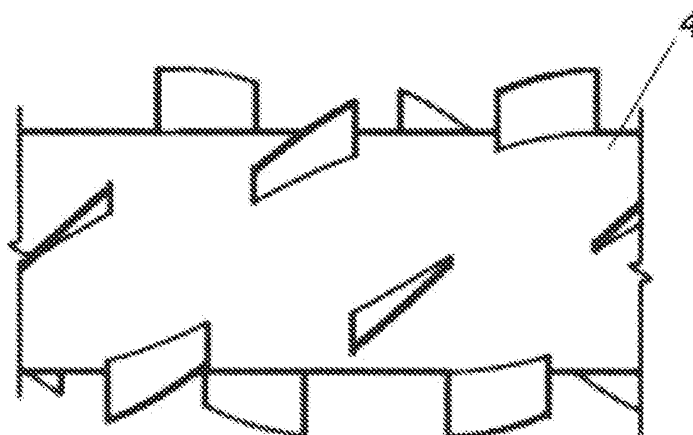
- 8 vnitřní pás
- 9 vstup materiálu
- 10 výstup materiálu
- 11 mezera mezi pláštěm a hřídelem
- 12 tepelný zdroj
- 13 výstup ohřátého materiálu
- 14 přívod horkého materiálu
- 15 průduch
- 16 přívod těsnicího vzduchu
- 17 přívod oddělovacího vzduchu do mezikruží
- 18 tepelná izolace



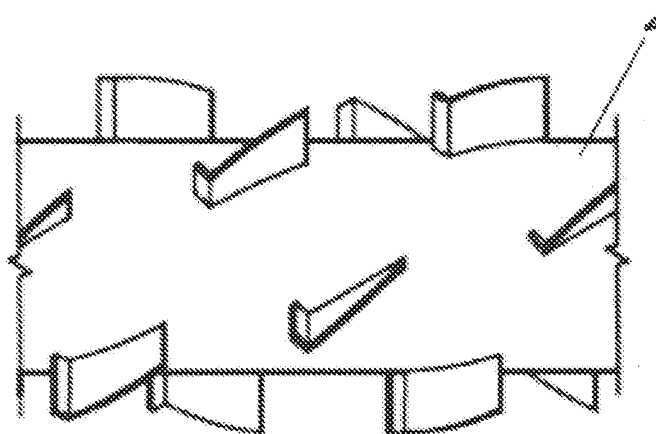
Obr. 1



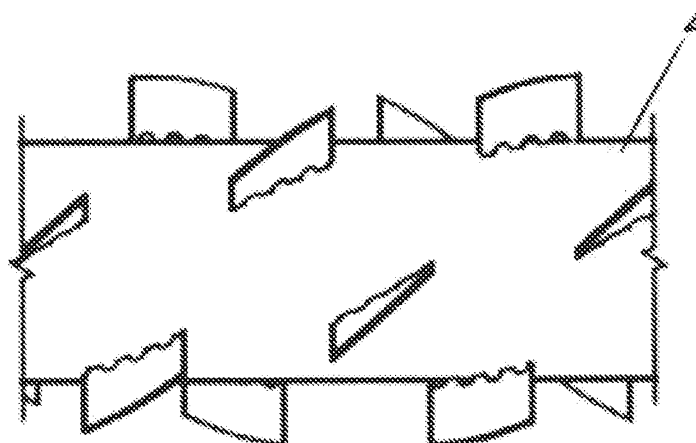
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5