



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

213 297

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

C 21 B 3/08

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno 31 12 79

(21) PV 015-81

(40) Zveřejněno 31 08 81

(45) Vydáno 01 02 84

(75)

Autor vynálezu SUCHÝ ZDENĚK ing., TŘINEC

KLAZAR LUDĚK ing., LITOMYŠL

(54) Způsob předehřevu dmychaného vzduchu do vysoké pece a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

Vynález se týká způsobu předehřevu dmychaného vzduchu do vysoké pece, spojeného s granulací tekuté strusky s rozprašováním a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Výroba surového železa je energeticky velmi náročná. Přestože energetická účinnost vysokých pecí, vyjádřena poměrem užitečné spotřeby tepla a přivedeného tepla, je vysoká a pohybuje se v rozmezí 70 až 85 %, představují tepelné ztráty, t.j. ztráty energie vynaložené na provoz vysoké pece značnou hodnotu, a to jak v relativní, tak v absolutní hodnotě. Podstatná část tepelných ztrát je dána přímo pracovním principem vysoké pece, při kterém se část přivedeného tepla, převedená do strusky odvádí z vysoké pece vypouštěnou tekutou struskou a představuje tak neúčinné odváděné odpadní teplo.

Teplo obsažené ve strusce se v současné době nevyužívá ani ve vysoké peci, ani mimo rámec vysoké pece, a to ani v případě, kdy se struska zpracovává pro další použití na struskový štěrk nebo struskový granulát. Teplo obsažené ve strusce se odvádí a měří buď samovolně, přirozeným odvodem tepla do okolí, nebo nuceně, nejčastěji vypařující se skrápěnou vodou. Nucené chlazení tekuté strusky skrápěnou vodou se používá při granulování strusky. Tento způsob granulace je nejrozšířenější, známé jsou však i způsoby granulace mechanickým nebo pneumatickým rozprašováním tekuté strusky. Při všech těchto způsobech granulace se teplo, tj. energie obsažená ve strusce nejen že nevyužívá, ale naopak pro granulaci je zapotřebí další energie, nebo nedostatečná voda.

Využití tepelného obsahu tekuté strusky přímo pro provoz vysoké pece a tím snížení energetické náročnosti provozu vysoké pece, při současné granulaci strusky, umožňuje způsob předehřevu dmychaného vzduchu do vysoké pece a zařízení k provádění tohoto způsobu podle vynálezu.

Podstatou vynálezu je, že vzduch před vstupem do Cowperových ohříváčů se zavádí postupně minimálně do tří oddělených prostorů, při čemž v prvním prostoru se předehřívá o teplotu 500 až 800 °C protiproudým stykem se struskovými granulemi, přiváděnými z druhého prostoru, ve druhém prostoru se ohřívá o dalších 50 až 200 °C za současné granulace tekuté strusky, načež se vede do třetího odděleného prostoru v souproudu společně se struskovými granulemi, kde se dohřívá na teplotu 900 až 1100 °C a po následném odloučení nečistot se přes Cowperův ohříváč zavádí do vysoké pece.

Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu je v podstatě upraveno tak, že v potrubním rozvodu dmychaného vzduchu mezi dmychadlem a skupinou ohříváčů je do vstupního potrubí zařazen jako první protiproudý kontaktní výměník tepla tak, že vstupní potrubí je zavedeno do spodní části výměníku. Z horní části výměníku vychází propojovací potrubí dmychaného vzduchu. Kontaktní výměník je ve spodní části opatřen uzávěrem výměníku. Do propojovacího potrubí dmychaného vzduchu, do kterého může být zařazen odlučovač granulí, je vřazen pneumatický rozprašovač tekuté strusky, který ústí do granulární komory. Ze spodní části granulární komory vychází dopravní potrubí dmychaného vzduchu, které je zavedeno do odlučovače granulí, umístěného nad protiproudým kontaktním výměníkem tepla, se kterým je propojen zvonovým uzávěrem. Z odlučovače granulí vychází výstupní potrubí dmychaného vzduchu.

Způsob a zařízení podle vynálezu má řadu výhod. Základní výhodou je využití odpadního tepla produkovaného vysokou pecí přímo pro provoz vysoké pece a tím snížení energetické náročnosti provozu vysoké pece. Další výhodou je, že v podstatě vedlejším produktem zařízení, využívajícího odpadní teplo je granulovaná struska, která se jinak musí vyrábět v samostatném zařízení. Přitom nárůst spotřeby energie na provoz dmyhacího zařízení, který je s popsaným způsobem spojen a který vyplývá z toho, že do cesty dmychaného vzduchu je zařazeno zařízení podle vynálezu, není velký a z hlediska celkové energetické účinnosti tohoto zařízení není podstatný. Při posuzování celkové energetické účinnosti je třeba brát v úvahu i to, že v nárůstu spotřeby energie je obsažena především energie, která se jinak potřebuje pro samostatně pracující granulární zařízení.

Snížení energetické náročnosti provozu vysoké pece je dáno tím, že do Cowperových ohříváčů bude vstupovat dmychaný vzduch s vyšší teplotou, spotřeba tepla na dohřátí vzduchu v Cowperových ohříváčích tedy bude nižší. To se projeví delší dobou provozu jednoho ohříváče a nižší spotřebou tepla na jeho vyhřívání v průběhu provozu. Soustava tvořená zařízením pro využívání odpadního tepla a Cowperovými ohříváči bude přitom pracovat s autoregulací, takže začlenění zařízení podle vynálezu nevznáší nároky na přídatné regulační zařízení. Autoregulace soustavy je dána tím, že vyšší teplota vstupního dmychaného vzduchu do ohříváče bude mít za následek nižší odběr tepla z ohříváče, přičemž teplota ve výstupní části ohříváče bude stabilizujícím činitelem, udržujícím výstupní teplotu dmychaného vzduchu v požadovaném rozmezí. Autoregulace bude ve funkci při kontinuálním i diskontinuálním provozu zařízení pro využívání odpadního tepla

Na výkresech je znázorněn příklad provedení zařízení podle vynálezu.

Obr. 1 představuje blokové schéma začlenění zařízení podle vynálezu, využívajícího odpadní teploty strusky do soustavy vysoké pece.

Obr. 2 znázorňuje funkčním schématu příklad provedení zařízení podle vynálezu.

Z obr. 1 je patrné, že zařízení podle vynálezu využívající tepelného obsahu tekuté strusky k předehřevu dmychaného vzduchu do vysoké pece při současné granulaci strusky je začleněno do potrubního rozvodu 5 dmychaného vzduchu mezi dmychadlo 2 a skupinu Cowperových ohříváčů 3 před vysokou pecí 4, přičemž dmychaný vzduch je přiváděn do zařízení 1 vstupním potrubím 6 dmychaného vzduchu a předehřátý vzduch je odváděn ze zařízení 1 výstupním potrubím 7 dmychaného vzduchu. Tekutá struska z vysoké pece 4 do zařízení 1 je dopravována známým způsobem.

Obr. 2 ve funkčním schématu představuje konkrétní příklad provedení zařízení, kde je do vstupního potrubí 6 dmychaného vzduchu zařazen jako první protiproudý kontaktní výměník 23 tepla tak, že vstupní potrubí 6 je zavedeno do spodní části výměníku 23. Z horní části výměníku 23 vychází propojovací potrubí 16 dmychaného vzduchu. Kontaktní výměník 23 je ve své spodní části opatřen uzávěrem 24 výměníku.

Do propojovacího potrubí 16 dmychaného vzduchu, do kterého může být zařazen odlučovač granulí (nezakreslený), je vřazen pneumatický rozprašovač 14 tekuté strusky, který ústí do granulační komory 15. K pneumatickému rozprašovači 14 je přiváděna tekutá struska přívodním potrubím 12 opatřeným uzávěrem z uzavíratelné struskové pánve 11, která se po naplnění tekutou struskou uzavře a připojí vyrovnávacím vzduchovým potrubím 13 opatřeným uzávěrem k propojovacímu potrubí 16 dmychaného vzduchu.

Ze spodní části granulační komory 15 vychází dopravní potrubí 18 dmychaného vzduchu, zajišťující pneumatickou dopravu granulí, které je zavedeno do odlučovače 19 granulí, umístěného nad protiproudým kontaktním výměníkem 23 tepla, se kterým je propojen zvonovým uzávěrem 21. Z odlučovače granulí vychází výstupní potrubí 7 dmychaného vzduchu.

Popsané zařízení pracuje následujícím způsobem. Dmychaný vzduch se zavádí do spodní části výměníku 23 tepla. Vzduch proudí ve výměníku zdola nahoru, do proudu vzduchu se sypou z odlučovače 19 odloučené granule, které jsou již částečně ochlazené jednak v granulační komoře 15, jednak v dopravním potrubí 18. Tlakové poměry v systému jsou přitom takové, že v kontaktním výměníku 23 je mírný přetlak oproti odlučovači 19 granulí. Vyrovnání těchto tlakových poměrů zajišťuje zvonový uzávěr 21 mezi odlučovačem 19 a výměníkem 23 v součinnosti se statickým tlakem vrstvy 22 odloučených granulí, který umožňuje za provozu rovnovážné přesypání odloučených granulí z odlučovače 19 do výměníku 23.

Rychlost dmychaného vzduchu v kontaktním výměníku 23 je nižší než vznášecí rychlost granulí, takže dochází k protiproudému pohybu dmychaného vzduchu a padajících granulí, provázeném sdílením tepla. Granule se dále ochlazují, dmychaný vzduch se předehřívá.

Ochlazené granule se shromažďují ve spodní části kontaktního výměníku 23, odkud jsou uzávěrem výměníku 24 dopravovány známým způsobem z výměníku.

Předehřátý vzduch se odvádí z horní části výměníku 23 a propojovacím potrubím 16 se přivádí do pneumatického rozprašovače 14, který ústí do granulační komory 15.

Tekutá struska, na kterou působí v pneumatickém rozprašovači 14 kinetická energie dmychaného vzduchu se rozpráší známým způsobem. Rozprášená struska, která převzala část kinetické energie dmychaného vzduchu se zavádí do granulační komory 15. V granulační komoře 15 poklesne rychlost dmychaného vzduchu natolik, že kinetická energie dmychaného vzduchu neovlivňuje podstatně pohyb rozprášené strusky. Jednotlivé částice rozprášené strusky se pohybují jako při vrhu hmotného tělesa, vnější síly působící na částice jsou v rovnováze. Za tohoto stavu dojde vlivem vnitřních sil - povrchového napětí tekuté strusky - k vytvoření kulového tvaru částic.

Při pohybu částic strusky v granulační komoře 15 dochází kromě toho k převodu tepla z částic do okolního dmychaného vzduchu. Částice se ochlazují, vzduch se dále ohřívá. Délka pohybu částic v granulační komoře musí být taková, aby v průběhu pohybu částic poklesla teplota částic, nebo alespoň povrchová teplota částic pod teplotu tuhnutí strusky tak, aby se částice po dopadu na dno granulační komory nespékaly. Struskové granule dopadající na dno granulační komory, které je upraveno a přechází do dopravního potrubí 18 dmychaného vzduchu, jsou strhávány do tohoto potrubí dmychaným vzduchem. V dopravním potrubí 18 je rychlost dmychaného vzduchu vyšší než vznášecí rychlost granulí a struskové granule jsou proto pneumaticky dopravovány do odlučovače 19 granulí.

Při pneumatické dopravě granulí dochází k dalšímu převodu tepla z granulí do dmychaného vzduchu. Granule se dále ochlazují, dmychaný vzduch se dále ohřívá. Dopravní potrubí 18 dmychaného vzduchu zajišťující pneumatickou dopravu granulí pracuje v podstatě jako souprůdý kontaktní výměník tepla, podobně jako granulační komora 15.

Pneumatická doprava granulí tedy znemožňuje jejich spékání v případě, že v granulační komoře, zejména u větších granulí, sice poklesne povrchová teplota granulí pod teplotu tuhnutí strusky, ale jádro granulí zůstane tekuté, s vyšší teplotou, která by mohla za jiných okolností v další fázi vést k nastavení povrchu a ke spékání granulí.

Dopravní potrubí 18 je zavedeno do odlučovače 19 granulí, ve kterém se granule známým způsobem odloučí z dmychaného vzduchu. Odloučené granule se shromažďují na dně odlučovače 19, který je propojen s protiproudým výměníkem 23 tepla. Granule propadávají do výměníku tepla 23 působením stiskového tlaku vrstvy 22 odloučených granulí. Dmychaný vzduch zbavený granulí se odvádí z odlučovače 19 výstupním potrubím 7 dmychaného vzduchu.

V popsaném zařízení se docílí při styku dmychaného vzduchu se struskou z hlediska sdílení tepla energeticky výhodných teplotních poměrů. V protiproudém kontaktním výměníku 23 tepla přichází do styku dmychaný vzduch bezprostředně za dmychadlem 2, tj. vzduch s nejnižší teplotou s již částečně ochlazenou struskou, přičemž výměník 23 je z hlediska průtoku struskových granulí zařízením posledním prvkem. Konečná teplota strusky je tedy limitována teplotou vzduchu bezprostředně za dmychadlem. Možný podíl získaného odpadního tepla je proto vysoký. Naopak nejteplejší struska přichází do styku s již předehřátým vzduchem, tj. tekutá struska je rozprašována již předehřátým vzduchem, což snižuje nebezpečí zatumnutí (zamrznutí) strusky v pneumatickém rozprašovači 14.

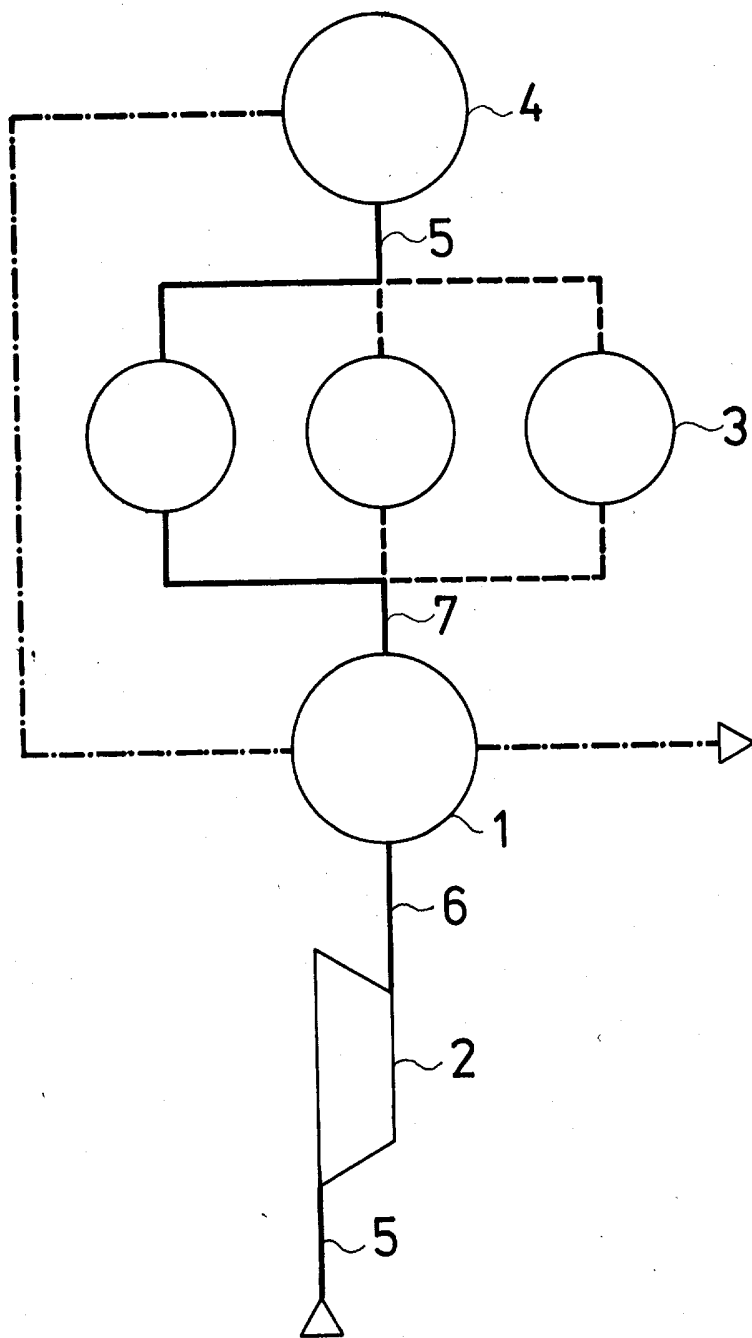
Zařízení lze použít buď samostatně pro jedinou vysokou pec, nebo je možno toto zařízení instalovat jako společné pro několik pecí a do zařízení dopravovat tekutou strusku ze všech přiřazených vysokých pecí.

V tomto případě se sice nezmění spotřeba tepla pro ohřev Cowperových ohříváčů u vysokých pecí do jejichž rozvodu dmychaného vzduchu není zařízení bezprostředně začleněno, úměrně dále se ale sníží spotřeba tepla pro ohřev vzduchu v ohříváčích u té vysoké pece, do jejíhož rozvodu dmychaného vzduchu je zařízení bezprostředně začleněno. V tomto případě je možno zdvojit uzavíratelnou struskovou pánev a zajistit kontinuální provoz zařízení pro využití tepelného obsahu tekuté strusky.

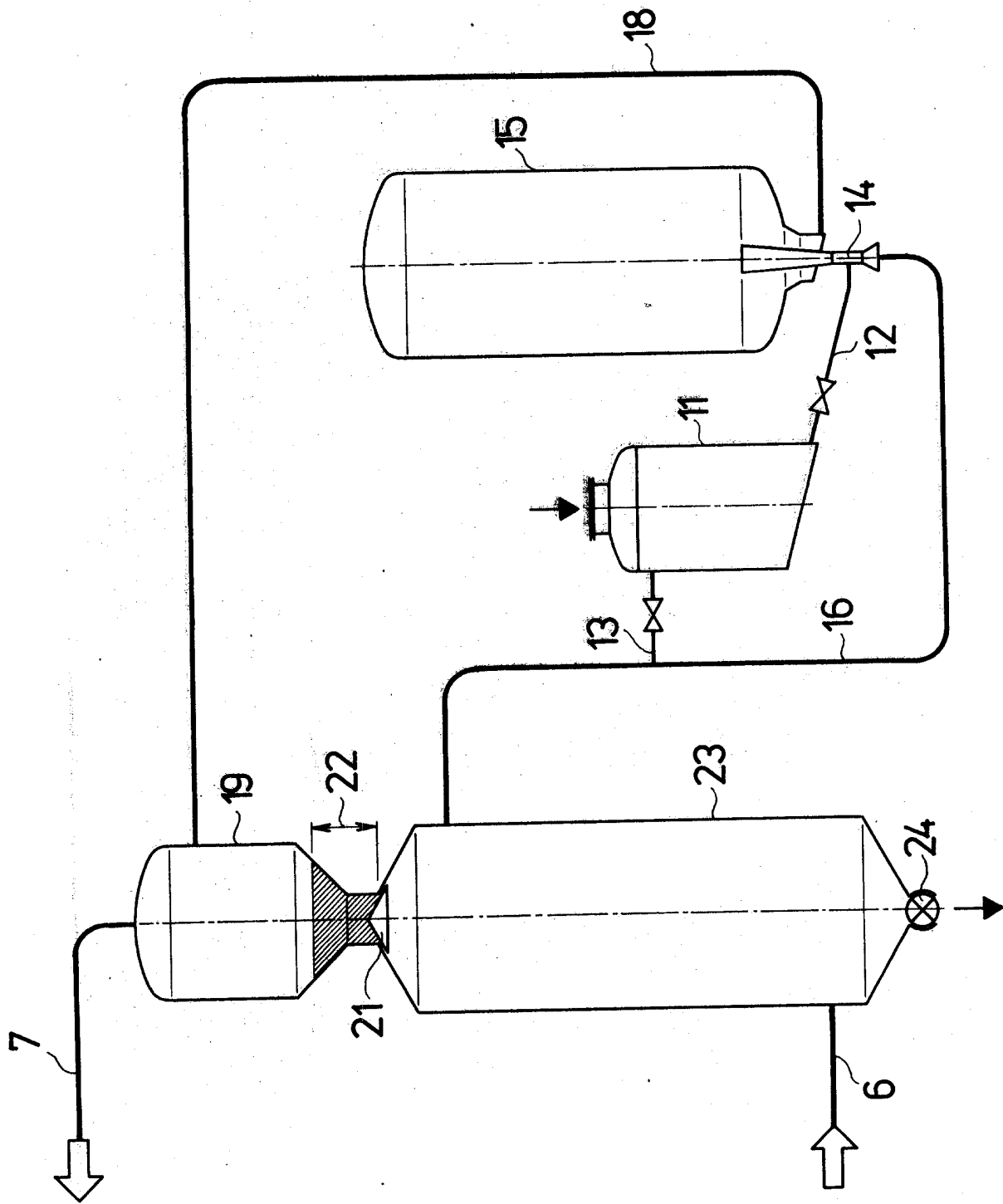
Do zařízení lze přitom přivádět i strusku z jiných výrob.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob předehřevu dmychaného vzduchu do vysoké pece spojený s granulací tekuté strusky s rozprašováním, vyznačený tím, že vzduch před vstupem do Cowperových ohříváčů se zavádí postupně minimálně do tří oddělených prostorů, přičemž v prvním prostoru se předehřívá o teplotu 500 až 800 °C protiproudým stykem se struskovými granulemi, přiváděnými z druhého prostoru, ve druhém prostoru se ohřívá o dalších 50 až 200 °C za současné granulace tekuté strusky, načež se vede do třetího odděleného prostoru v souproudu společně se struskovými granulemi, kde se dohřívá na teplotu 900 až 1100 °C a po následném odloučení nečistot se přes Cowperův ohříváč zavádí do vysoké pece.
2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačené tím, že v potrubním rozvodu (5) dmychaného vzduchu mezi dmyhadlem (2) a skupinou Cowperových ohříváčů (3) je zařazen protiproudý kontaktní výměník tepla (23) tak, že vstupní potrubí (6) je zavedeno do spodní části výměníku (23) a z horní části výměníku (23) vychází propojovací potrubí (16) dmychaného vzduchu, přičemž kontaktní výměník (23) je ve spodní části opatřen uzávěrem (24) a do propojovacího potrubí (16) dmychaného vzduchu je vřazen pneumatický rozprašovač (14) tekuté strusky, který ústí do granulační komory (15) a ze spodní části granulační komory vychází dopravní potrubí (18) dmychaného vzduchu, které je zavedeno do odlučovače (19) granulí, ze kterého vychází výstupní potrubí (7) dmychaného vzduchu a který je umístěn nad protiproudým kontaktním výměníkem (23) tepla, se kterým je propojen zvonovým uzávěrem (21).
3. Zařízení podle bodu 2, vyznačené tím, že do propojovacího potrubí (16) dmychaného vzduchu je zařazen odlučovač granulí.



Obr. 1



Оbr. 2