



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

209169
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
C 21 B 3/08

(22) Přihlášeno 21 12 79
(21) (PV 9184-79)

(40) Zveřejněno 31 10 80

(45) Vydáno 01 02 83

(75)

Autor vynálezu

SUCHÝ ZDENĚK ing., TRINEC a KLAZAR LUDĚK ing., LITOMYŠL

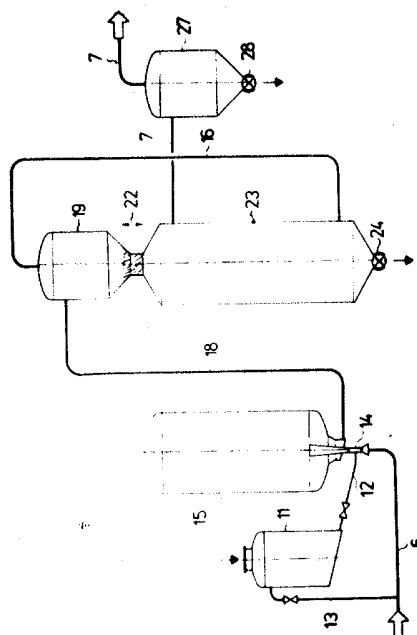
(54) Způsob předehřevu dmychaného vzduchu do vysoké pece a zařízení k provádění tohoto způsobu

Anotace

Vzduch před vstupem do Cowperových ohříváčů se zavádí postupně minimálně do tří oddělených prostorů, přičemž v prvním prostoru se předehřívá o teplotu 50 až 200 °C za současné granulace tekuté strusky, načež se zavede v souproudu se struskovými granulemi druhým odděleným prostorem za současného ohřevu o dalších 50 až 100 °C do dalšího prostoru, kde se v protiproudu se struskovými granulemi dohřívá na teplotu 800 až 1100 °C a po následném odloučení nečistot se přes Cowperův ohříváč zavádí do vysoké pece.

Zařízení k provádění tohoto způsobu podle vynálezu je upraveno v podstatě tak, že v potrubním rozvodu dmychaného vzduchu mezi dmychadlem a skupinou Cowperových ohříváčů je postupně zařazen pneumatický rozprašovač tekuté strusky, granulační komora, z ní dopravní potrubí do odlučovače granulí, dále protiproudý kontaktní výměník tepla, do kterého je zavedeno propojovací potrubí z odlučovače a výstupní odlučovač granulí, přičemž do vstupního potrubí dmychaného vzduchu je zařazen pneumatický rozprašovač tekuté strusky, ústící do granulační komory, z jejíž spodní části vychází dopravní potrubí dmychaného vzduchu zavedené do odlučovače granulí, který je propojen s protiproudým kontaktním výměníkem

tepla, opatřeným uzávěrem výměníku a který je umístěn pod odlučovačem granulí a z odlučovače granulí vychází propojovací potrubí dmychaného vzduchu, zavedeného do spodní části protiproudého kontaktního výměníku tepla a z horní části výměníku vychází výstupní rozvod vzduchu, do kterého je zařazen výstupní odlučovač granulí, opatřený uzávěrem odlučovače.



Vynález se týká způsobu přehřevu 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, vyjádřená poměrem užitečné spotřeby tepla a přivedeného tepla, je vysoká a pohybuje se v rozmezí 70 až 85 %, představují tepelné ztráty, tj. 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 neužitečně 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 šterk nebo na struskový granulát. Teplo obsažené ve strusce se odvádí buď samovolně přirozeným odvodem tepla do okolí, nebo nuceně, nejčastěji odpařující se vodou. Nucené chlazení tekuté strusky 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 nedostatková voda.

Uvedené nedostatky odstraňuje způsob přehřevu dmychaného vzduchu do vysoké pece podle vynálezu s granulací tekuté strusky s rozprašováním, jehož podstata spočívá v tom, že vzduch před vstupem do Cowperových ohřivačů se zavádí postupně minimálně do tří oddělených prostorů, přičemž v prvním prostoru se přehřívá o teplotu 50 až 200 °C za současné granulace tekuté strusky, načež se zavede v souproudu se struskovými granulami druhým odděleným prostorem za současného ohřevu a dalších 50 až 100 °C do třetího prostoru, kde se v protiproudu se struskovými granulami dohřívá na teplotu 800 až 1100 °C a po následném odloučení nečistot se přes Cowperův ohřivač zavádí do vysoké pece.

Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu je upraveno v podstatě tak, že v potrubním rozvodu dmychaného vzduchu mezi dmyhadlem a skupinou Cowperových ohřivačů jsou postupně zařazeny pneumatický rozprašovač tekuté strusky a granulární komora, z ní vychází dopravní potrubí do odlučovače granulí, dále protiproudý kontaktní výměník tepla, do kterého je zavedeno propojovací potrubí z odlučovače a výstupní odlučovač granulí, přičemž do vstupního potrubí dmychaného vzduchu je zařazen pneumatický rozprašovač tekuté strusky ústící do granulární komory, z jejíž spodní části vychází dopravní potrubí dmychaného vzduchu zavedené do odlučovače granulí, který je

propojen s protiproudým kontaktním výměníkem tepla opatřeným uzávěrem výměníku a který je umístěn pod odlučovačem granulí, a z odlučovače granulí vychází propojovací potrubí dmychaného vzduchu zavedené do spodní části protiproudého kontaktního výměníku tepla a z horní části výměníku vychází výstupní potrubí dmychaného vzduchu, do kterého je zařazen výstupní odlučovač granulí opatřený uzávěrem odlučovače.

Způsob a zařízení podle vynálezu přináší 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 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 potřebné zařízení, 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 ohřivačů bude vstupovat dmychaný vzduch s vyšší teplotou, spotřeba tepla na dohřátí vzduchu v Cowperových ohřivačích tedy bude nižší. To se projeví delší dobou provozu jednoho ohřivače a nižší spotřebou tepla na jeho vyhřívání v průběhu provozu. Soustava tvořená zařízením pro využívání odpadního tepla a Cowperovými ohřivači bude přitom pracovat s autoregulací, takže začlenění zařízení pro využívání odpadního tepla nevznáší nároky na přídatné regulační zařízení. Autoregulace soustavy je dána tím, že vyšší teplota vstupního dmychaného vzduchu do ohřivače bude mít za následek nižší odběr tepla z ohřivače, přičemž teplota hmoty ve výstupní části ohřivače bude stabilizujícím činitelem udržujícím výstupní teplotu dmychaného vzduchu v požadovaném rozmezí. Autoregulace bude ve funkci při kontinuálním provozu zařízení pro využívání odpadního tepla, a tedy přehřev struskou nebude jakýmkoliv způsobem ovlivňovat technologické řízení vysoké pece.

Způsob a zařízení podle vynálezu umožňují využívat kontinuálně nebo diskontinuálně tepelného obsahu tekuté strusky k přehřevu dmychaného vzduchu před vstupem do Cowperových ohřivačů, přičemž dmychaný vzduch se současně využívá jednak k pneumatickému rozprašování strusky a chlazení potřebnému k vytvoření granulí, jednak k pneumatické dopravě struskových granulí do kontaktního výměníku tepla. V průběhu popsané cesty se dmychaný vzduch postupně ohřívá a struska se ochlazuje.

Na výkresech je znázorněn příklad zařízení k přehřevu dmychaného vzduchu do vysoké

pece, kde na obr. 1 je zachyceno schéma začlenění jednotlivých částí zařízení a na obr. 2 je zakresleno uspořádání zařízení s bližším znázorněním funkčních částí.

Zařízení **1** je začleněno do potrubního rozvodu **5** dmychaného vzduchu mezi dmyhadlo **2** a skupinu Cowperových ohříváčů **3** před vysokou pecí **4**, přičemž dmychaný vzduch je přiváděn do zařízení **1** vstupním potrubím **6** dmychaného vzduchu a předeřtý vzduch je odváděn ze zařízení **1** výstupním potrubím **7** dmychaného vzduchu. Tekutá struska z vysoké pece **4** do zařízení **1** je dopravována známým způsobem. Do vstupního potrubí **6** dmychaného vzduchu je zařazen jako první 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 propojí vyrovnávacím potrubím **13** opatřeným uzávěrem se vstupním potrubím **6** dmychaného vzduchu. Ze spodní části granulační komory **15** vychází dopravní potrubí **18** dmychaného vzduchu a je zavedeno do odlučovače **19** granulí, umístěného nad protiproudým kontaktním výměníkem **23** tepla. Z odlučovače **19** granulí vychází propojovací potrubí **16** dmychaného vzduchu a je zavedeno do spodní části kontaktního výměníku **23**. Z horní části kontaktního výměníku **23** vychází výstupní potrubí **7** dmychaného vzduchu. Kontaktní výměník **23** je ve své spodní části opatřen uzávěrem **24**. Výstupní potrubí **7** dmychaného vzduchu prochází výstupním odlučovačem **27** granulí, který je opatřen uzávěrem **28**.

Popsané zařízení pracuje následujícím způsobem: Tekutá struska, na kterou působí v pneumatickém rozprašovači **14** kinetická energie dmychaného vzduchu, se rozpráší známým způsobem. Rozprašená 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 rozprašené strusky. Jednotlivé částičky rozprašené strusky se pohybují jako při vrhu hmotného tělesa, vnější síly, působící na částičky, 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 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 neslepovaly. Struskové granule, dopadající na dno granulační komory, které je upraveno a přechází do dopravního potrubí **18** dmychaného vzduchu pro pneumatickou dopravu granulí, jsou strhávány do tohoto potrubí dmycha-

ným 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 pro pneumatickou dopravu granulí pracuje v podstatě jako souproudý 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 natavení povrchu a ke spékání granulí.

V odlučovači **19** se granule známým způsobem odloučí z dmychaného vzduchu. Odloučené granule se shromažďují na dně odlučovače **19** odkud se samovolně sypou do kontaktního výměníku **23** tepla, jednak působením gravitačních sil, jednak působením mírného přetlaku dmychaného vzduchu v odlučovači **19** oproti výměníku **23**. Dmychaný vzduch zbavený granulí se převádí z odlučovače **19** do spodní části kontaktního výměníku **23** tepla. Vzduch proudí ve výměníku zdola nahoru, do proudu vzduchu se sypou z odlučovače **19** odloučené granule. Vrstva **22** odloučených granulí v odlučovači **19** přitom představuje závěrnou vrstvu, která znemožňuje přímé a nežádoucí proudění dmychaného vzduchu z odlučovače **19** do horní části výměníku **23**, a tím zkracování kontaktního výměníku.

Rychlost dmychaného vzduchu v kontaktním výměníku **23** tepla 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 dále ohřívá. Ochladené granule se shromažďují ve spodní části kontaktního výměníku **23**, odkud jsou uzávěrem **24** výměníku dopravovány známým způsobem z výměníku.

Předeřtý vzduch se odvádí z horní části výměníku **23** výstupním potrubím **7** dmychaného vzduchu. Ve výstupním potrubí **7** je zařazen výstupní odlučovač **27** granulí s uzávěrem **28**, ve kterém se známým způsobem odloučí granule, eventuelně stržené z výměníku **23**.

Při diskontinuálním přívodu tekuté strusky do pneumatického rozprašovače **14** se po přerušení přívodu strusky postupně celé zařízení **1** zbaví struskových granulí. Tím se otevře uzávěr mezi odlučovačem **19** a kontaktním výměníkem **23** tepla tvořený vrstvou **22** odloučených granulí a dmychaný vzduch začne proudit kratší cestou, přímo z odlučovače **19** do horní části výměníku **23** a odtud výstupním potrubím **7** dmychaného vzduchu.

Po obnovení přívodu tekuté strusky do pneumatického rozprašovače **14** se funkce zařízení samostatně uvede do potřebného provozního stavu tím,

209169

že propojení mezi odlučovačem 19 a výměníkem 23 se uzavře vrstvou 22 odloučených granulí.

V popsaném zařízení se tekutá struska rozprašuje vzduchem přiváděným bezprostředně z dmychadla 2. Styk dmychaného vzduchu se struskou v pneumatickém rozprašovači 14, granulační komoře 15 a dopravním potrubí 18 dmychaného vzduchu představuje z hlediska sdílení tepla v podstatě sou proud, při kterém nejteplejší struska přichází do styku s dmychaným vzduchem s nejnižší teplotou. V protiproudém kontaktním výměníku 23 tepla přichází do styku již částečně přehřátý vzduch s již částečně ochlazenou struskou. Konečná výstupní teplota strusky je tedy limitována teplotou přehřátého vzduchu přicházejícího ze sou proudé části zařízení.

Zařízení podle vynálezu lze použít buď samostat-

ně 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 ohřivačů u vysokých pecí do jejichž rozvodu dmychaného vzduchu není zařízení bezprostředně začleněno, úměrně dále se ale sníží spotřeba tepla pro ohřev vzduchu v ohřivačích 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.

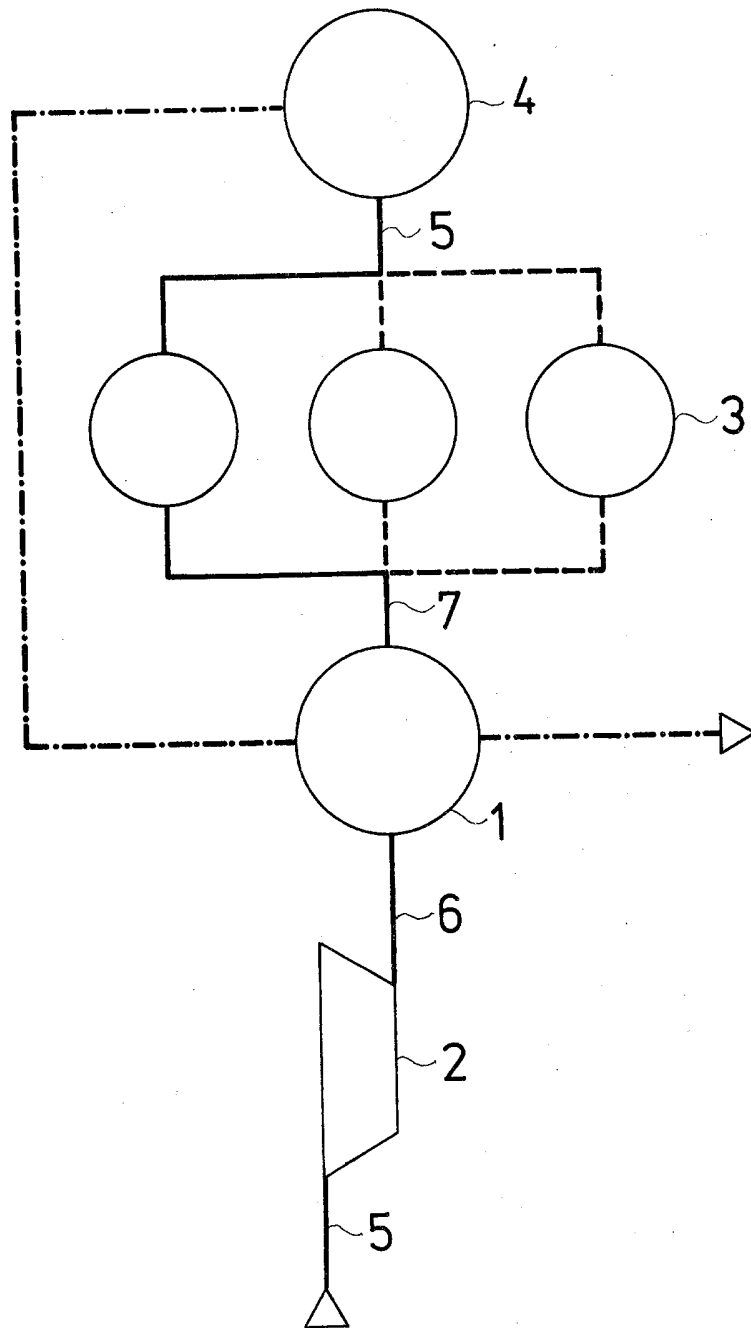
Do zařízení podle vynálezu lze přitom přivázat i strusku z jiných výro.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

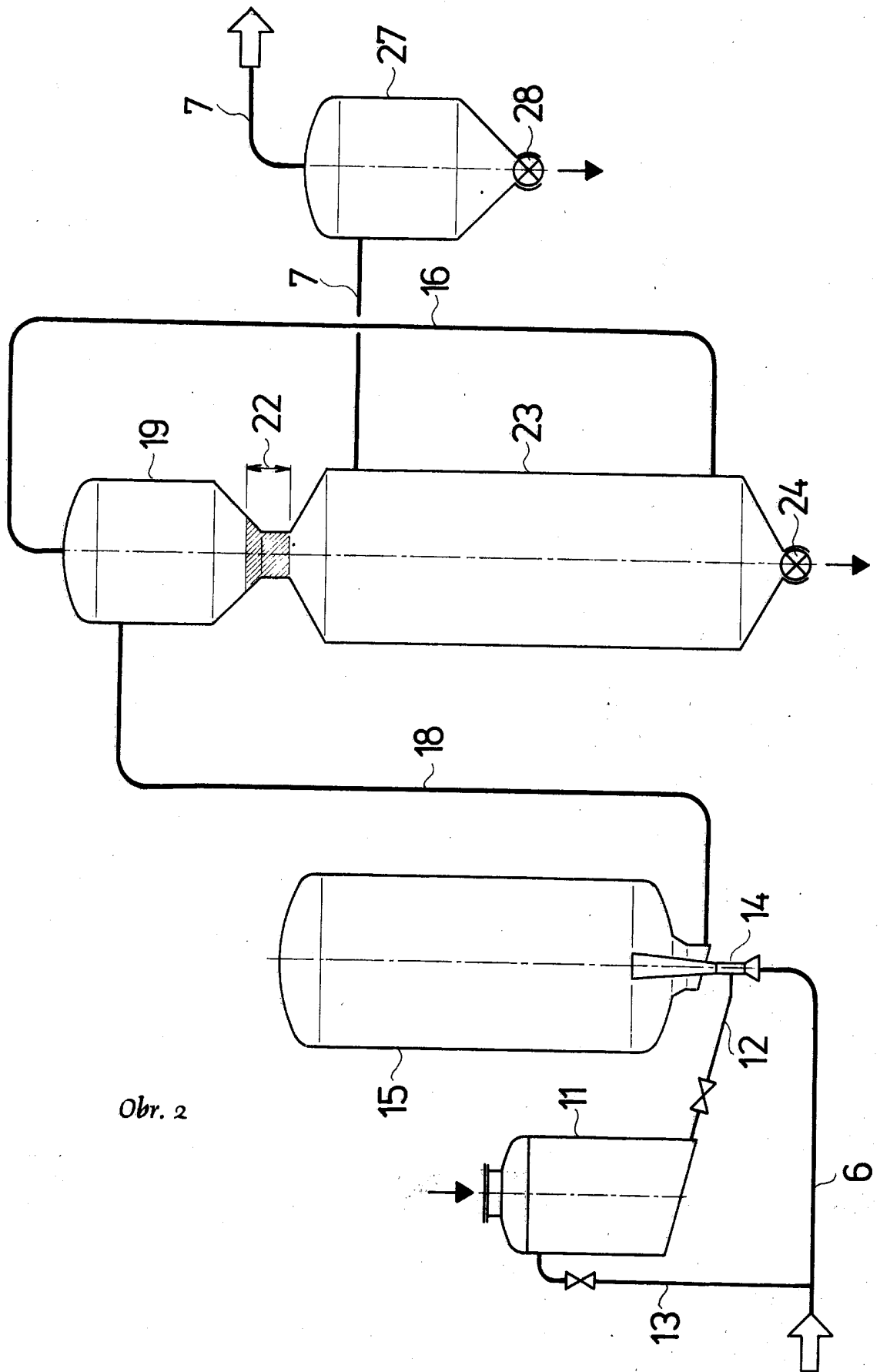
1. Způsob přehřevu dmychaného vzduchu do vysoké pece při současně granulaci strusky, vyznačený tím, že vzduch před vstupem do Cowperových ohřivačů se zavádí postupně minimálně do tří oddělených prostorů, přičemž v prvním prostoru se přehřívá o teplotu 50 až 200 °C za současně granulace tekuté strusky, načež se vede v sou proudě se struskovými granulemi druhým odděleným prostorem za současného ohřevu o dalších 50 až 100 °C do třetího prostoru, kde se v protiproudě se struskovými granulemi dohřívá na teplotu 800 až 1100 °C a po následném odloučení nečistot se přes Cowperův ohřivač zavádí do vysoké pece.

2. Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu, vyznačené tím, že v potrubním rozvodu (5) dmychaného vzduchu mezi dmychadlem (2) a skupinou Cowperových ohřivačů (3) jsou postupně zařazeny pneumatický rozprašovač (14) tekuté strusky a granulační komora (15), z níž vychází

dopravní potrubí (18) do odlučovače (27) granulí, dále protiproudý kontaktní výměník (23) tepla, do kterého je zavedeno propojení potrubí (16) z odlučovače a výstupní odlučovač (19) granulí, přičemž do vstupního potrubí (6) dmychaného vzduchu je zařazen pneumatický rozprašovač (14) tekuté strusky, ústící do granulační komory (15), z jejíž spodní části vychází dopravní potrubí (18) dmychaného vzduchu, zavedené do odlučovače (19) granulí umístěného nad kontaktním výměníkem (23) tepla, opatřeným uzávěrem (24) a z odlučovače (19) granulí vychází propojovací potrubí (16), které je zavedeno do spodní části protiproudého kontaktního výměníku (23) a z horní části protiproudého kontaktního výměníku (23) vychází výstupní potrubí (7) dmychaného vzduchu, ve kterém je zařazen výstupní odlučovač (27) granulí, opatřený uzávěrem (26) odlučovače.



Obr. 1



Обр. 2