

F27B 7/30 (2006.01)
F27B 7/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA

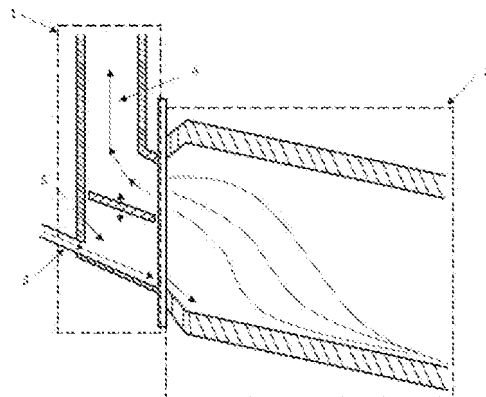


ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2021-332
(22) Přihlášeno: 09.07.2021
(40) Zveřejněno: 25.01.2023
(Věstník č. 4/2023)
(47) Uděleno: 13.02.2025
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 26.03.2025
(Věstník č. 13/2025)

(56) Relevantní dokumenty:
CS 363589 A1; CS 239876 B1; JP 2018023946 A.

(73) Majitel patentu:
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,
Praha 6, Dejvice, CZ
(72) Původce:
Ing. Nguyen Hong Vu, Ph.D., Praha 4, Kunratice,
CZ
Ing. Tadeáš Bastl, Cheb, CZ
Ing. Petr Dvořák, Ph.D., Havlíčkův Brod, CZ
Ing. Tomáš Frýdl, Praha 6, Břevnov, CZ
Ing. Eva Kristianová, Praha 5, Smíchov, CZ
Ing. Tomáš Tomaško, Košice, SK



(54) Název vynálezu:
Patní kus rotační pece pro vstup suroviny do pece a zároveň odvod pecních zplodin z pece, a rotační pec vybavená tímto patním kusem

(57) Anotace:
Patní kus (1) rotační pece pro vstup suroviny do pece a zároveň odvod pecních zplodin z pece je opatřen oddělovacím prvkem pro separaci vstupující suroviny od vystupující plyné směsi, přičemž daný oddělovací prvek je ve tvaru přepážky, a to buď pevně zabudované do patního kusu, nebo pohyblivé svisle v ose odtahové trubky patního kusu nebo obloukovitě okolo konce upevněného ke stěně patního kusu vzdálenější od části pece (2), určené pro zpracování suroviny. Řešením je dále rotační pec opatřená v místě, kde vstupuje surovina a zároveň vystupuje směs plyných produktů, uvedeným patním kusem (1).

Patní kus rotační pece pro vstup suroviny do pece a zároveň odvod pecních zplodin z pece, a rotační pec vybavená tímto patním kusem

5 Oblast techniky

Vynález se týká nového uspořádání patního kusu rotační pece, umožňující regulaci proudění plynů uvnitř pece zavedením pohyblivé přepážky, kde vystupují spaliny z pece.

10

Dosavadní stav techniky

Rotační pece jsou multifunkční zařízení, které se používá ke zpracovávání pevných látek (suroviny) tepelnými procesy jako je sušení, spalování, ohřev, kalcinace nebo sintrování, ale také mechanickými procesy jako je například míchání.

15

Rotační pec je válcová nádoba, mírně nakloněná k horizontále, která se pomalu otáčí kolem své podélné osy. Procesní surovina se přivádí do horního konce válce. Jak se pec otáčí, materiál se postupně pohybuje dolů směrem ke spodnímu konci. Horké plyny procházejí pecí, někdy ve stejném směru jako procesní materiál (soproud), ale obvykle v opačném směru (protiproud). Horké plyny mohou být generovány ve vnější peci nebo mohou být generovány plamenem uvnitř pece. Takový plamen je vyzařován z hořákové trubky (nebo „vypalovací trubky“), která funguje jako velký Bunsenův hořák. Palivem může být plyn, ropa, práškový ropný koks, práškové uhlí, drcené pneumatiky nebo alternativní tuhá paliva.

25

Patní kus (anglicky inlet chamber) je nepohyblivá část pecní linky, tvořící spojení mezi rotační pecí, prekalcinačním nebo dávkovacím zařízením a odtahovým systémem zplodin. Slouží k odvodu pecních plynů a zároveň je do něj zaústěn vstup surovinového materiálu. Zatímco surovinový materiál vstupuje přes patní kus do rotační pece, pecní zplodiny jsou odváděny přes horní vývod patního kusu. Patní kus může být vybaven dávkováním paliva do vstupní části pece (pneumaticky) a odtahovou přírubou pro vstup plynů do bypassového zařízení. Patní kus je například typická součást cementárenské pecní linky, je vyznačen na obr. 1, který je převzat z nabídkového katalogu společnosti Průmyslová keramika, spol. s r.o. dostupného na adrese: <https://disk.cpilot.cz/pnamker/2020/11/AXX6CyjnIQjV7UfXXdMS.pdf>.

35

Tento obrázek představuje cementárenskou pecní linku stávající se z rotační pece (2), opatřené patním kusem (1), dávkovacím zařízením (3) a odtahovým systémem zplodin (4).

Kompletní pecní linka je popsána v oznámení záměru Rozšíření palivové základny cementárny Cement Hranice dostupné na adrese:

40

https://portal.cenia.cz/eiasca/download/RUIBX01aUDE3NI9vem5htbWVuaURPQ18xLnBkZg/MZP176_oznameni.pdf.

Pojem patní kus je dále využit např. v patentu CS 245186 B1; v diplomové práci o názvu „BRZOBOHATÝ, Lukáš. „Odloučení dopravního množství vzduchu surovinové moučky“, autor Lukáš Brzobohatý, Vysoké učení technické v Brně, Brno, 2013; nebo v článku o názvu „Monolitické vyzdívky cementářských pecí v podmínkách spalování alternativních paliv“, autorů Milan Henek, Zoltán Horváth a Anton Adamovič.

45

Z hlediska tepelné hospodárnosti je důležité předehtřívání vstupujících proudů. Tak se při běžném protiproudém uspořádání předehtřívá vzduch vstupující do dolní části pece prostřednictvím vystupujícího sytkého produktu. Obdobně se předehtřívá vstupující sytká surovina prostřednictvím vystupujících plynů (například produktů hoření a páry vznikajících těkavých látek).

50

V peci se zpracovávané materiály ohřejí kontaktem s protiproudými horkými plyny a ohřátou vyzdívkou. Proudění plynů v prostoru patního kusu a v oblasti hned za začátkem pece má za následek odnášení zpracovávaných materiálů s proudem spalin. Proudění plynů také způsobuje snížení parciálního tlaku plynných produktů vzniklých z chemických reakcí mezi zpracovávanými materiály a ovlivňuje tak kinetiku těchto chemických reakcí.

Předkládaný vynález má za cíle ovlivnit způsob ohřevu zpracovávaných materiálů a jejich chemické reakce v oblasti za vstupem do pece a zároveň snížit jejich ztráty do odcházejících zplodin vhodným umístěním nastavitelného oddělovacího prvku patního kusu.

Podstata vynálezu

Vynález spočívá v tom, že patní kus rotační pece je opatřen oddělovacím prvkem, který separuje vstupující surovinu od vystupující plynné směsi. Tato separace může být úplná nebo částečná. Umístění a tvar oddělovacího prvku definují velikost a geometrii horního otvoru, kterým jsou odváděny pecní plyny, a tím ovlivňují proudění plynů pecí.

Pod pojmem surovina je v tomto vynálezu míněna taková hmota, která je tvořena částicemi, nezávisle na tom, jak jsou tyto částice velké a jakého jsou tvaru. Tyto částice mohou být rovněž rozptýleny v kontinuální fázi, a tak tvořit například různé pasty. Surovinu lze dávkovat do pece samospádem nebo jinými mechanickými či pneumatickými způsoby.

Výhodně se jako oddělovací prvek používá přepážka nabývající různých geometrických tvarů, či jiné vhodné konstrukční prvky. Do patního kusu ústí trubka přivádějící surovinu obvykle samospádem a odtahový systém, kterým odchází plynná směs. Výhodně je trubka přivádějící surovinu samospádem prodloužena přes patní kus až do rotační pece, kde probíhá zpracování suroviny. Prostor mezi oddělovacím prvkem a trubicou přivádějící surovinu může být vyplněný materiálem nebo volný. Výše položený oddělovací prvek v patním kusu směřuje proudění plynu směrem k horní části pece vzhledem k její ose rotace a rozšiřuje tím zónu s pomalým prouděním pecních plynů v dolní části rotační pece. V opačném případě níže položený oddělovací prvek vede k zúžení zóny s pomalým prouděním pecních plynů v dolní části rotační pece. Charakter proudění pecních plynů je ovlivněn i úhlem oddělovacího prvku vůči horizontální rovině. Úhel oddělovacího prvku vůči horizontální rovině může být buď pevně nastavený, nebo může být nastavitelný v průběhu provozu pece podle konkrétních požadavků.

Vynález zahrnuje rovněž rotační pec, která je vybavena v místě, kde vstupuje surovina a zároveň vystupuje směs plynných produktů, výše popsaným patním kusem.

Vynález se rovněž týká způsobu regulace a/nebo metody řízení proudění plynů v rotační peci podle vynálezu a na jejich výstupu. Polohou oddělovacího prvku je ovlivněn charakter proudění pecních plynů, přičemž při zvýšení této polohy vzhledem k ose pece směřuje proudění plynu směrem k horní části pece a tím se rozšiřuje oblast s pomalejším prouděním v dolní části pece, čímž se snižuje teplota zpracovávaného materiálu, a zároveň se snižuje parciální tlak plynných produktů nad surovinou, a tím je ovlivněna kinetika a chemická rovnováha probíhajících reakcí, zatímco při snížení této polohy vzhledem k ose pece a se oblast s pomalejším prouděním v dolní části pece zužuje. Pecní plyny zahrnují plynné složky reakcí probíhajících v peci a nezreagované plynné složky přiváděné do pece hořákem a/nebo sekundárním vzduchem. Nastavením vhodného charakteru proudění lze najít režim, při němž dochází ke zpomalení nebo zastavení toku plynů v prostoru u spodní části pece a vytvoření tzv. klidové zóny do určité vzdálenosti od jejího vstupu a zároveň k omezení únosu částic suroviny do odtahového potrubí. Konkrétní nastavení oddělovacího prvku pak vždy souvisí s pecními a procesními parametry. Mezi procesní parametry se řadí mimo jiné teplota pece, teplota vyzdívky, rychlost proudění pecních plynů, rychlost otáčení, rychlost dávkování suroviny atd. Mezi pecní parametry patří mimo jiné geometrické uspořádání pece, umístění hořáku, způsob přidávání sekundárních plynů atd.

Vytvoření této klidové zóny v oblasti vstupu podporuje přestup tepla jen ze stěny pece na surovinu. Bez kontaktu suroviny s proudem pecních plynů, se snižuje teplota zpracovávaného materiálu, a zároveň se snižuje parciální tlak plyných produktů nad surovinou, a tím je ovlivněna kinetika a chemická rovnováha probíhajících reakcí. Tok vystupujících plynů může být například nastaven tak, aby se na jedné straně snížil únos tuhých částic do odtahového systému, ale na druhé straně stále probíhal odtah plynů vytvořených nad surovinou v této části pece.

Oddělovací prvek může být do patního kusu pevně zabudován, výhodně je patní kus konstruován již s oddělovacím prvkem. Takové řešení podle vynálezu má výhodu v jednoduchosti a nízkých nákladech. Na druhé straně vyžaduje znalost charakteru proudění v peci již při její konstrukci. Toto řešení dále neumožňuje měnit podmínky proudění v již provozované peci bez složitějších konstrukčních změn. Například může být oddělovací prvek přivařen ke konstrukci patního kusu nebo s ní být jinak pevně spojen.

Z hlediska možnosti měnit proudění plynů v peci, a tak reagovat na různé změny probíhajících procesů v dané peci, je výhodně řešení nastavitelným – pohyblivým oddělovacím prvkem. Pohyb oddělovacího prvku podle vynálezu může být realizován mnoha způsoby. V jednom provedení podle vynálezu se může oddělovací prvek pohybovat obloukovitě okolo upevněného vzdálenějšího konce od pece. V dalším možném provedení se může pohybovat svisle v ose odtahové trubky patního kusu.

Vrchní plocha oddělovacího prvku může nabývat různých geometrických tvarů. Mimo jiné může být rovná, konvexní, konkávní nebo konvexně-konkávní. Výhodně obvod oddělovacího prvku co nejtěsněji kopíruje tvar vnitřní stěny patního kusu. Tvar oddělovacího prvku a jeho úhel vzhledem k horizontální rovině formují geometrii horního otvoru pro výstup plynů z pece.

Výhodně je oddělovací prvek upevněn na 2 až 4 nosných tyčích, které procházejí spodem patního kusu. Nosné tyče jsou připojeny k vhodnému systému umožňujícího pohyb tyčí a tím i oddělovacího prvku nahoru a dolů, a to buď celé, nebo pouze její části tak, aby se zdvihala nebo klesala pouze jedna strana oddělovacího prvku. Oddělovací prvek a nosné tyče jsou zhotoveny ze žáruvzdorné oceli nebo speciálních žáruvzdorných slitin, výhodně ze žáruvzdorné oceli nebo žáruvzdorných speciálních slitin se žáruvzdorným keramickým povlakem nebo obložených žáruvzdorným keramickým materiálem, nebo ze žáruvzdorných keramických materiálů. Například může být systém umožňující pohyb tyčí a tím i oddělovacího prvku realizován připevněním každé jednotlivé tyče k hydraulickému pístu nebo k hřebenovému pohonu. Tyč může být upevněna k oddělovacímu prvkovi například pomocí kulového kloubu. Výhodně, alespoň vrchní část oddělovacího prvku, kde dochází ke styku s horkým plynem, je obložena žáruvzdorným materiálem.

Objasnění výkresů

Na připojených výkresech:

- obr. 1 představuje cementárenskou pecní linku stávající se z rotační pece opatřené patním kusem, dávkovacím zařízením a odtahovým systémem zplodin – obr. představuje stav techniky;
- obr. 2a, 2b představují patní kus opatřený pohyblivou přepážkou, jejíž pohyb může probíhat svisle v ose odtahové trubky; a
- obr. 3a, 3b představují patní kus opatřený pohyblivou přepážkou, jejíž pohyb může probíhat obloukovitě okolo upevněného konce vzdálenějšího od části pece, kde probíhá zpracování suroviny.

Příklady uskutečnění vynálezu

Příklad 1

5

Příklad provedení podle vynálezu je uveden na obr. 3a a 3b, kde se oddělovací prvek ve formě přepážky pohybuje obloukovitě okolo upevněného vzdálenějšího konce od pece. Do patního kusu 1 vchází samospádem 3 jemně rozemletý vápenec (CaCO_3). Poté CaCO_3 vstupuje do rozšířeného prostoru 5 tak, že nedochází k dotyku s rovinou tvořící přepážku oddělující tento rozšířený prostor od odtahového systému 4, kde odchází pecní plyny. Pohybem přepážky ve směru naznačených šipek se reguluje tok plynu v rotační peci 2, ke které je patní kus připojen. Při vnitřním průměru pece 1 m, rychlosti proudění plynů 3 m/s, rychlosti rotace pece 2 ot./min, rychlost dávkování 100 kg/h, teplotě odcházejících pecních plynů 950 °C, došlo změnou umístění přepážky z polohy, kdy se její spodní hrana nachází v ose rotace pece, do polohy, které svírá s předchozím umístěním úhel 30°, jak je naznačeno na obr. 2b, k zvětšení klidové zóny od vstupu do pece přibližně ze vzdálenosti 1,5 m na 3 m. Zároveň došlo k poklesu teploty suroviny ve vzdálenosti 1 m od vstupu do pece z 850 °C na 810 °C. Zároveň došlo k snížení stupně rozkladu CaCO_3 z 85 % na 78 %.

20 Příklad 2

Příklad provedení podle vynálezu je uveden na obr. 2a a 2b, kde se oddělovací prvek ve formě přepážky pohybuje svisle v ose odtahové trubky. Do patního kusu 1 vchází samospádem 3 jemně rozemletý vápenec (CaCO_3) o čistotě 90 %. Poté CaCO_3 vstupuje do rozšířeného prostoru 5 tak, že nedochází k dotyku s rovinou tvořící přepážku oddělující tento rozšířený prostor od odtahového systému 4, kde odchází pecní plyny. Pohybem přepážky ve směru naznačených šipek se reguluje tok plynu v rotační peci 2, ke které je patní kus připojen. Při vnitřním průměru pece 1 m, rychlosti proudění plynů 3 m/s, rychlosti rotace pece 2 ot./min, rychlost dávkování 100 kg/h, teplotě odcházejících pecních plynů 950 °C, došlo změnou umístění přepážky z polohy, kdy její hrana bližší vstupu pece je v ose rotace pece, do polohy, kdy tato hrana je v polovině vrchní části pece, k zvětšení klidové zóny od vstupu do pece přibližně ze vzdálenosti 2 m na 4 m. Zároveň došlo k poklesu teploty suroviny ve vzdálenosti 1 m od vstupu do pece z 850 °C na 800 °C. Zároveň došlo k snížení stupně rozkladu CaCO_3 z 90 % na 85 %.

35 Příklad 3

Příklad provedení podle vynálezu je uveden na obr. 2a a 2b, kde se oddělovací prvek ve formě přepážky pohybuje svisle v ose odtahové trubky. Do patního kusu 1 vchází jemně rozemletá surovina samospádem 3. Poté vstupuje surovina do rozšířeného prostoru 5 tak, že nedochází k dotyku s rovinou tvořící přepážku oddělující tento rozšířený prostor od odtahového systému 4, kde odchází pecní plyny. Pohybem přepážky ve směru naznačených šipek se reguluje tok plynu v rotační peci 2, ke které je patní kus připojen. Při vnitřním průměru pece 1 m, rychlosti proudění plynů 3 m/s, rychlosti rotace pece 2 ot./min, rychlost dávkování 100 kg/h, teplotě odcházejících pecních plynů 800 °C, došlo změnou umístění přepážky z polohy, kdy její hrana bližší vstupu pece je v ose rotace pece, do polohy, kdy tato hrana je v polovině vrchní části pece, k zvětšení klidové zóny od vstupu do pece přibližně ze vzdálenosti 3 m na 7 m. Zároveň došlo k poklesu teploty suroviny ve vzdálenosti 1 m od vstupu do pece z 650 °C na 570 °C. Zároveň dojde ke snížení obsahu pevných částic v pecním plynu o přibližně 10 %.

50 Příklad 4

Příklad provedení podle vynálezu je uveden na obr. 3a a 3b, kde se oddělovací prvek ve formě přepážky pohybuje obloukovitě okolo upevněného vzdálenějšího konce od pece. Do patního kusu 1 vchází jemně rozemletá surovina samospádem 3. Poté vstupuje surovina do rozšířeného prostoru 5 tak, že nedochází k dotyku s rovinou tvořící přepážku oddělující tento rozšířený

- 5 prostor od odtahového systému 4, kde odchází pecní plyny. Pohybem přepážky ve směru
 naznačených šipek se reguluje tok plynu v rotační peci 2, ke které je patní kus připojen. Při
 vnitřním průměru pece 1 m, rychlosti proudění plynů 3 m/s, rychlosti rotace pece 2 ot./min,
 rychlost dávkování 100 kg/h, teplotě odcházejících pecních plynů 800 °C, došlo změnou umístění
 10 přepážky z polohy, kdy se její spodní hrana nachází v ose rotace pece, do polohy, které svírá
 s předchozím umístěním úhel 30°, jak je naznačeno na obr. 2b, k zvětšení klidové zóny od vstupu
 do pece přibližně ze vzdálenosti 3 m na 6 m. Zároveň došlo k poklesu teploty suroviny ve
 vzdálenosti 1 m od vstupu do pece z 650 °C na 590 °C. Zároveň dojde ke snížení obsahu pevných
 částic v pecním plynu o přibližně 8 %.

Průmyslová využitelnost

- 15 Nové uspořádání patního kusu rotační pece, umožňující regulaci proudění plynů uvnitř pece
 zavedením pohyblivé přepážky, kde vystupují spaliny z pece je využitelné k procesům
 probíhajícím se v rotační peci, kdy dochází k ohřevu zpracovaného materiálu kontaktem
 s protiproudými horkými plyny a přehřátou vyzdívkou pece.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Patní kus rotační pece pro vstup suroviny do pece a zároveň odvod pecních zplodin z pece, **vyznačující se tím**, že je opatřen oddělovacím prvkem pro separaci vstupující suroviny od
5 vystupující plynne směsi, přičemž daný oddělovací prvek je ve tvaru přepážky, a to buď pevně zabudované do patního kusu, nebo pohyblivé svisle v ose odtahové trubky patního kusu nebo obloukovitě okolo konce upevněného ke stěně patního kusu vzdálenější od části pece (2), určené pro zpracování suroviny.

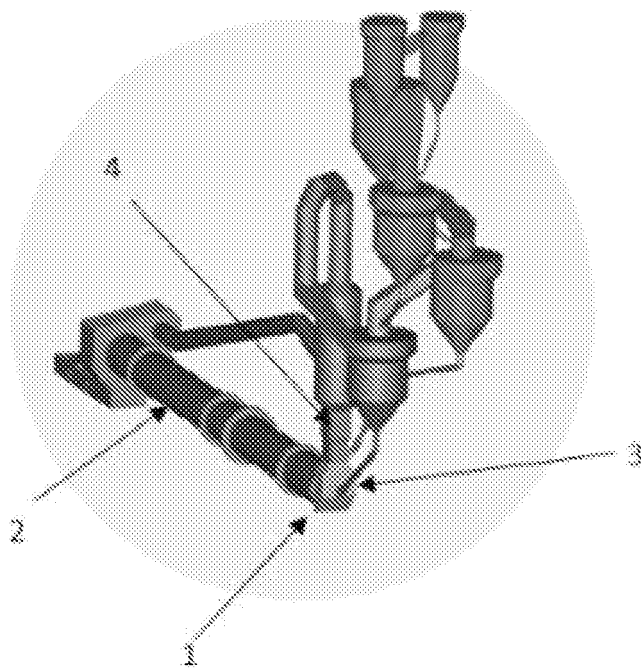
2. Rotační pec, **vyznačující se tím**, že je vybavena v místě, kde vstupuje surovina a zároveň
10 vystupuje směs plyných produktů, patním kusem podle nároku 1.

3. Rotační pec podle nároku 2, **vyznačují se tím**, že trubka přivádějící surovinu je prodloužena přes patní kus (1) až k oblasti pece (2), kde probíhá zpracování suroviny.

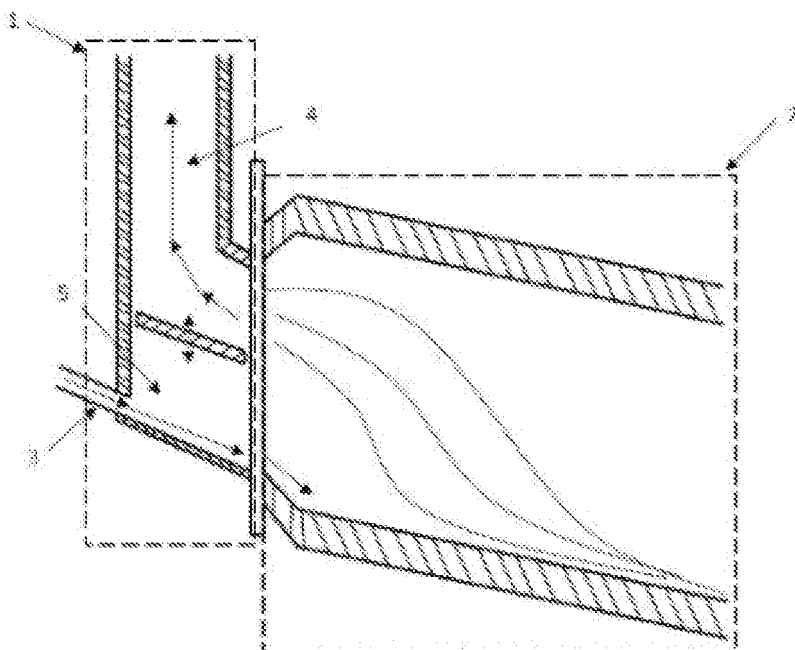
4. Rotační pec podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že je poloha oddělovacího prvku nastavitelná, a to pohybem svisle v ose odtahové trubky patního kusu (1), nebo obloukovitě okolo konce
15 upevněného ke stěně patního kusu vzdálenější od části pece (2), určené pro zpracování suroviny.

5. Rotační pec podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že je oddělovací prvek upevněn na dvou až čtyřech nosných tyčích, které procházejí spodem patního kusu (1), pro nastavení polohy oddělovacího prvku pohybem celého oddělovacího prvku nahoru a dolů nebo pohybem koncové části oddělovacího prvku nahoru a dolů.

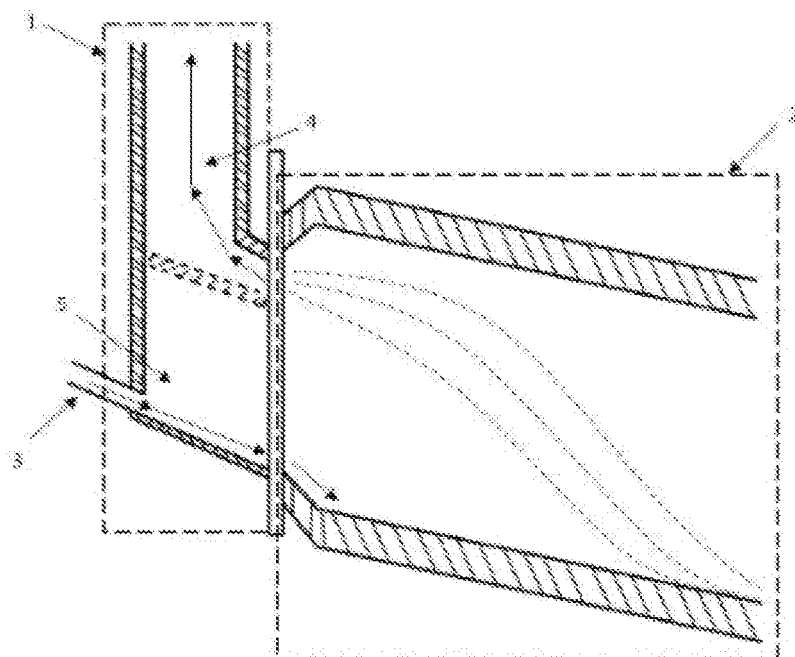
3 výkresy



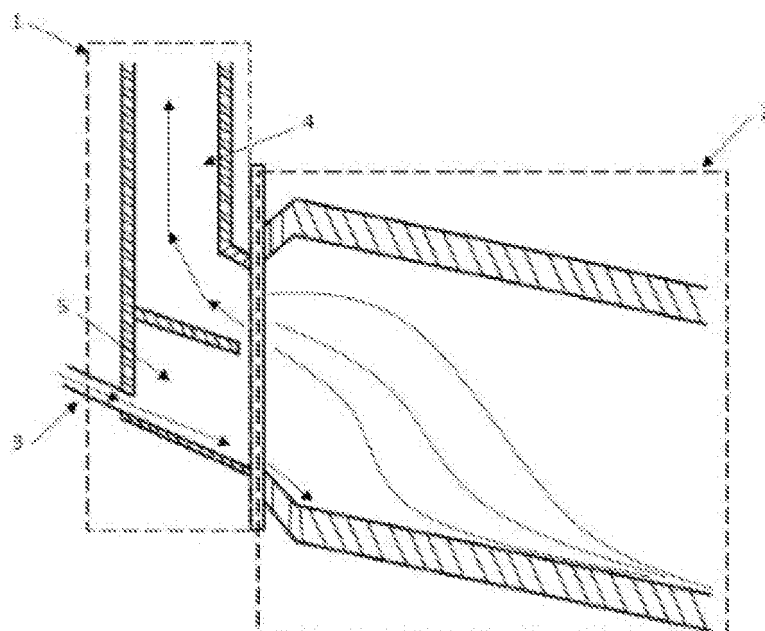
Obr. 1



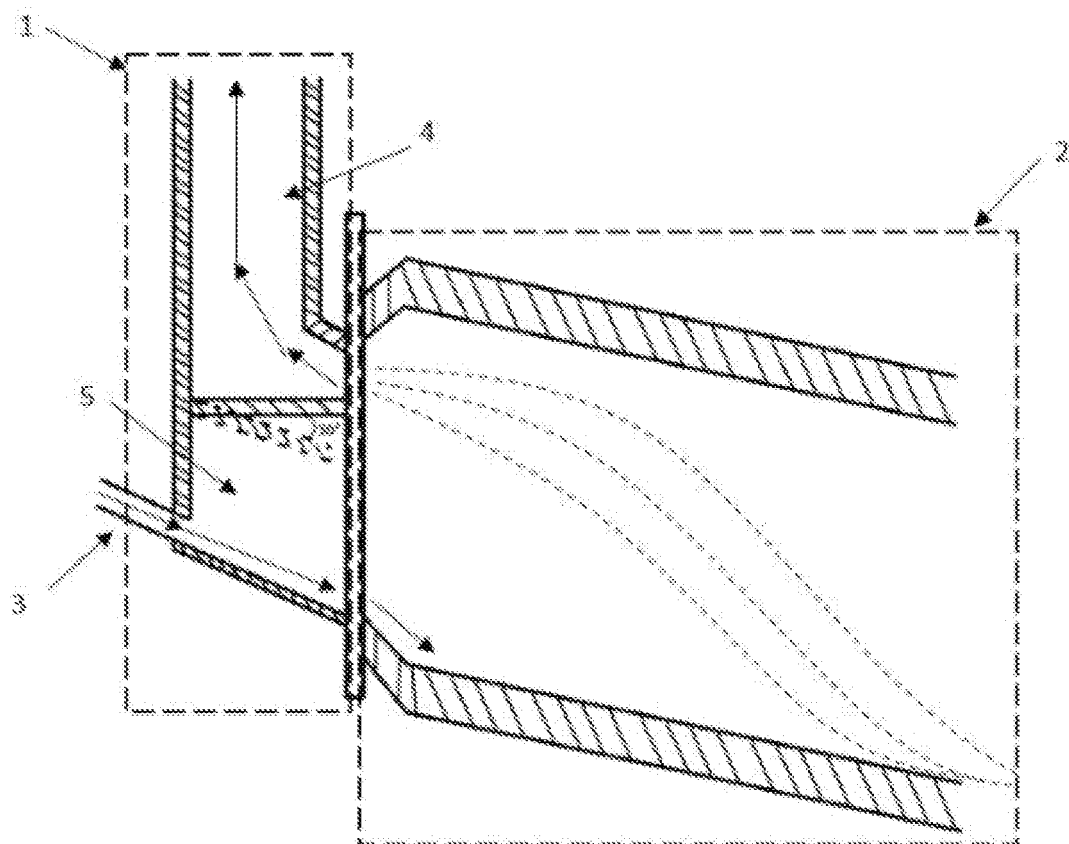
Obr. 2a



Obr. 2b



Obr. 3a



Obr. 3b