

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

33 325

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C10B 47/44 (2006.01)

H05B 6/02 (2006.01)

C10B 53/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2019-36605**

(22) Přihlášeno: **09.09.2019**

(47) Zapsáno: **25.10.2019**

(73) Majitel:
Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava,
Ostrava, Poruba, CZ

(72) Původce:
Ing. Jan Najser, Ph.D., Vřesina, CZ
Ing. Jaroslav Frantík, Ph.D., Ostrava, Poruba, CZ

(54) Název užitého vzoru:
Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem

CZ 33325 U1

Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem

Oblast techniky

5

Navržené řešení spadá do oblasti energetiky a týká se pyrolýzní jednotky s indukčním ohřevem, která je určena pro ekologické a energetické využívání nerecyklovatelných organických odpadních materiálů.

10

Dosavadní stav techniky

V současnosti se na trhu nachází řada výrobců zplyňovacích jednotek, ale téměř se na trhu nevyskytují výrobci pyrolýzních jednotek.

15

Pyrolýzní jednotky jsou především vyráběny v Číně a Indii, jako prototypy, a proto se potýkají s řadou technických problémů, mají značnou poruchovost, dosahují nízké úrovně automatizace provozu a z tohoto důvodu na sebe vážou vysoký počet zaměstnanců obsluhy. Mezi další nevýhody těchto prototypů patří, že nedosahují úrovně standardů bezpečnosti práce a provozu, které jsou běžné například v Evropě. Jako problematický parametr se u těchto jednotek rovněž jeví čistota a kvalita výstupních produktů při zpracování materiálu. Mezi další výrobce pyrolýzních jednotek patří zástupci ze Spojených států.

20

Problematika pyrolýzy je považována za velmi nadějný a perspektivní způsob energetického zhodnocování tuhých odpadů a je proto předmětem výzkumu mnoha předních vědeckých institucí, které se zabývají termo-chemickou konverzí paliv.

25

Většina existujících pyrolýzních reaktorů je koncipována jako horizontální rotační buben, nebo jako horizontální reaktor se šnekovým dopravníkem. Často se jedná o jednotky ohříváné pomocí spalovacích hořáků na plynná nebo kapalná paliva, u kterých dochází k poměrně nerovnoměrnému rozložení tepla po délce reaktoru v závislosti na počtu použitých hořáků. Vlivem tohoto nerovnoměrného rozložení tepla dochází u některých materiálu k nalepování se na šnekové dopravníky uvnitř reaktoru a zároveň k připekání materiálu v blízkosti stěny reaktoru.

30

Příkladem z patentové literatury může být například spis CZ 32633 U1 „Pyrolýzní reaktor“, kde se jedná o horizontální uspořádání retorty reaktoru bez indukčního či odporového ohřevu.

35

Podstata technického řešení

40

Řešením pyrolýzní jednotky s indukčním ohřevem je zařízení, které je určeno pro využití termického procesu – pyrolýzy, který je však na rozdíl od zplyňování a spalování založen na termickém rozkladu organických materiálů (odplyňování), bez přístupu oxidačních médií, jimiž jsou O₂, CO₂, nebo vodní pára. Indukční ohřev pyrolýzního reaktoru, který je v technologii použit, však představuje ojedinělé technické řešení.

45

Pyrolýzní jednotku s indukčním ohřevem můžeme rozdělit do tří na sebe navazujících částí – vstupní části, zpracovatelské části a výstupní části. Vstupní část disponuje trychtýřovou násypkou, kudy do zařízení vstupuje materiál. Násypka je upevněna na inertizační dávkovou komoru, vybavenou dvěma nožovými šoupátky – prvním a druhým. Dávkovací komora je napojena na šnekový dopravník a ukotvena v rámu. Šnekový dopravník je na volném konci vybaven ložiskovým uložením šnekové spirály, na kterou je uchycen elektromotor s převodovkou.

50

- Zpracovatelská část sestává z pyrolýzního reaktoru, v jehož horní části se nachází hnací hřídel s pohonem spirálového míchače uchyceného v rámu nosiče pohonu míchače. Z vnější části pyrolýzního reaktoru je po jeho celé délce umístěn induktor indukčního ohřevu a uvnitř pyrolýzního reaktoru se nachází spirálový míchač, který je na jedné straně zachycen v dolním
5 uložení míchače a na konci opačném v hnací hřídeli. Je podstatné, že pyrolýzní reaktor je nakloněn vůči horizontální rovině. Propojení mezi vstupní částí a zpracovatelskou částí je zajištěno propojením dávkovacího šnekového dopravníku (vstupní část) a pyrolýzního reaktoru (zpracovatelská část).
- Výstupní část zařízení představuje nádobu pevného zbytku, která je propojena s pyrolýzním reaktorem, a dále s výstupním potrubím a současně s vynášecím dopravníkem ukotveným v rámu nosiče nádoby. Uvnitř vynášecího dopravníku se nachází šneková spirála, která je na jednom konci ukotvena v pomocném uložení šnekové spirály a na konci opačném navazuje přes ložisko šnekové spirály na pohon vynášecího dopravníku. Dále je tento vynášecí dopravník vybaven
15 mezizásobníkem tuhého zbytku s horním nožovým šoupátkem a dolním nožovým šoupátkem. Mezizásobník tuhého zbytku a inertizační dávková komora jsou propojeny potrubím se zásobníkem inertního plynu, přičemž na spojovacím potrubí jsou umístěny dva ventily.
- Navržené technické řešení tedy představuje reaktor ze žárovevné nerezové oceli, který je
20 nakloněn vůči horizontální rovině. Ve spodní části je reaktor napojen na box pevného zbytku, který je součástí odvodu pevného zbytku spolu s vynášecím šnekovým dopravníkem. Uvnitř reaktoru se nachází promíchávací spirála.
- Výhodou tohoto uspořádání je jednoduchá regulace postupu materiálu přes otápěnou žárovou zónu, regulací vynášecího šnekového dopravníku. Změna rychlosti odvodu pevného zbytku tak
25 mění i rychlost sesouvání se zpracovávaného materiálu. Materiál je v reaktoru promícháván pomocí spirály, aby nedošlo k jeho klenbování, lepení se na stěny reaktoru, nebo vytváření shluků. Uchycení reaktoru na hlavním rámu je navrženo tak, aby byla zabezpečena jeho tepelná dilatace v axiálním směru včetně navazujících celků a součástí.
- Výše popsaná technologie indukčního ohřevu značně vylepšuje ekonomické parametry pyrolýzních jednotek.

35 Objasnění výkresů

Obr. 1 představuje schématické zobrazení technologického uspořádání.

40 Příklady uskutečnění technického řešení

Příklad 1

- Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem je v tomto případě určena pro kontinuální provoz
45 s diskontinuálním doplňováním vstupního materiálu.

Trychtýřová násypka 1 jednotky se nachází nad uzavíratelnou inertizační dávkovou komorou 2 tvořenou trubkou. Tato komora je opatřena dvěma nožovými šoupátky 3, 4.

- Při plnění inertizační dávkové komory 2 je uzavřeno dolní nožové šoupátko 4 a je otevřeno horní
50 nožové šoupátko 3, poté materiál nahromaděný v trychtýřové násypce 1 přepadá do inertizační dávkové komory 2. Následně je uzavřeno horní nožové šoupátko 3 a materiál je inertizován.

- Inertizační dávková komora 2 je opatřena návarky pro vstup inertního plynu, z důvodu vytěsnění
55 vzduchu ze vstupního materiálu. Inertizace dávkové komory 2 je prováděna otevřením

solenoidového nebo ručního nebo jinak ovládaného ventilu, čímž dochází k přivádění inertního plynu ze zásobníku 27 inertního plynu. Po inertizaci vstupního materiálu je otevřeno dolní nožové šoupátko 4 a materiál přepadá do vstupu dávkovacího šnekového dopravníku 5, který má větší objem než inertizační dávková komora 2, tím je zabezpečen přepad veškerého materiálu z inertizační dávkové komory 2. Následně, když je uzavřeno dolní nožové šoupátko 4 a inertizační dávkovací komora 2, může být výše popsaný proces opakován.

Vstupní materiál je pak dávkovacím šnekovým dopravníkem 5 transportován do pyrolýzního reaktoru 9. Dávkovací šnekový dopravník 5 je tvořen nerezovou trubkou a nerezovou šnekovou spirálou s jádrem v podobě nerezové trubky a výstupní hřídelí. Šneková spirála je jádrem spirály uchycena jednostranně v ložiskovém uložení šnekové spirály 6, které zároveň slouží jako utěsnění a oddělení vnitřní a vnější atmosféry, hřídelovými těsnicemi kroužky a O-kroužky. Pohon šnekové spirály dávkovacího šnekového dopravníku 5 zabezpečuje elektromotor 7 s převodovkou s možností regulace otáček, což mění rychlost otáčení šnekové spirály a tím také množství dávkovaného vstupního materiálu. Dávkovací šnekový dopravník 5 je posuvně uložen na rámu 8 a umožňuje posun šnekového dopravníku 5, shodně se směrem tepelné roztažnosti pyrolýzního reaktoru 9, tím je eliminováno přídavné mechanické namáhání pyrolýzního reaktoru 9 od hmotnosti dávkovacího šnekového dopravníku 5 a vstupního materiálu pro proces pyrolýzy.

Reaktor pyrolýzní jednotky 9 tvoří feritická nerezová žáruvzdorná trubka. Reaktor 9 je usazen na nádobě 16 pevného zbytku, šikmo pod úhlem 70°. Úklon pyrolýzního reaktoru 9 umožňuje gravitační přechod zpracovávaného materiálu žárovou zónou pyrolýzního reaktoru 9, s ohledem na odvod produkovaného horkého plynu v procesu postupného odplyňování materiálu.

Uvnitř pyrolýzního reaktoru 9 se nachází spirálový míchač 10 ze žáruvzdorné nerezové oceli, který představuje středová silnostěnná trubka a k ní navažené spirály s obdélníkovým průřezem. Spirálový míchač 10 promíchává pyrolýzovaný materiál a zamezuje tak jeho slepování, rozbíjí případné shluky vznikající v zóně. Spirálový míchač 10 je spojen s hnací hřídelí 13, která je na horní straně uložena otočně s axiální fixací v hlavním uložení hnací hřídele 13. Na spodní straně je spirálový míchač 10 uchycen v dolním uložení 12 spirálového míchače 10, které umožňuje roztažnost spirálového míchače 10 v axiálním směru. Spirálový míchač 10 je přes hnací hřídel 13 a její uložení poháněn pohonem 14 spirálového míchače 10, který představuje elektromotor s převodovkou, s možností regulace otáček pomocí frekvenčního měniče.

Pyrolýzní reaktor 9 je v své horní části uchycen přes uložení hnací hřídele 13 na pomocném rámu 15 reaktoru nosiče pohonu míchače 10, který umožňuje tepelnou dilataci reaktoru 9 v šikmém směru pod úhlem 70° a zároveň eliminuje hmotnost pohonu 14 spirálového míchače 10 tvořeného elektromotorem s převodovkou.

Pyrolýzní reaktor 9 je ohříván indukčním ohřevem 11, který je uchycen drážky přímo na těle pyrolýzního reaktoru 9, toto uchycení rovnoměrně rozděljuje teplo po celé délce pyrolýzního reaktoru 9. Materiál uvnitř reaktoru 9 je tak zahříván na vysokou teplotu, při které dochází k jeho odplyňování. Produkovaný plyn spolu s odplyněným pevným zbytkem sestupuje do nádoby 16 pevného zbytku.

V nádobě 16 pevného zbytku se nachází pevný zbytek z odplyněného materiálu po průchodu žárovou zónou pyrolýzního reaktoru 9, tvoří zároveň nosný povrch pro materiál nacházející se v žárové zóně a nově vstupující materiál dopravovaný dávkovacím šnekovým dopravníkem 5. Postupným řízeným odsunem pevného zbytku z nádoby 16 pevného zbytku vynášecím dopravníkem 17 pevného zbytku je regulována rychlost gravitačního sesuvu pyrolýzovaného materiálu reaktorem 9, tedy i doba zdržení materiálu v procesu, což představuje jeden z hlavních parametrů pyrolýzního procesu.

Vynášecí dopravník 17 pevného zbytku je složen z trubky z koroziivzdorné oceli s přepadovým potrubím pevného zbytku na volném konci vynášecího dopravníku 17. Uvnitř vynášecího

dopravníku 17 je umístěna šneková spirála 18 z korozivzdorné oceli, která je vyztužena jádrem z ocelové korozivzdorné trubky. Šneková spirála 18 je otočně uložena v pomocném uložení 21 na konci nádoby 16 pevného zbytku a na konci vynášecího dopravníku 17 v ložisku 19 šnekové spirály, které zároveň utěsňuje prostor vnitřní procesní atmosféry. Otáčení šnekové spirály 18 vynášecího dopravníku 17 zabezpečuje jeho pohon 20, kterým je elektromotor s převodovkou.

Pevný zbytek, po průchodu vynášecím dopravníkem 17, přepadává potrubím do uzavíratelného mezizásobníku 23 pevného zbytku, opatřeného dvěma nožovými šoupátky 24, 25. Při přepadu pevného zbytku do uzavíratelného mezizásobníku 23 je otevřeno horní nožové šoupátko 24 a dolní nožové šoupátko 25 je uzavřeno pro eliminaci přístupu vzdušného kyslíku. Po naplnění mezizásobníku 23 je uzavřeno horní nožové šoupátko 24 a následně je otevřeno dolní nožové šoupátko 25 a materiál přepadá do připraveného boxu pevného zbytku pro transport k dalšímu využití.

Po vyprázdnění mezizásobníku 23 je uzavřeno dolní nožové šoupátko 25 jako první, prostor mezizásobníku 23 je inertizován otevřením solenoidového nebo ručního nebo jinak ovládaného ventilu 26, čímž dochází k přivedení inertního plynu ze zásobníku 27 inertního plynu. Po inertizaci je pak otevřeno horní nožové šoupátko 24 a celý cyklus výsypu pevného zbytku z procesu pyrolýzy pokračuje.

Plyn, který je produkován odplyňováním vstupujícího materiálu, je odváděn, přes nádobu 16 pevného zbytku, výstupním potrubím 28 opatřeným ocelovými kompenzátory do cyklonového odlučovače pevných částic. V cyklonovém odlučovači dochází k odloučení významného podílu pevných částic, které jsou z nádoby 16 pevného zbytku unášeny proudem odváděného plynu. Následně po prvním stupni odprášení v cyklonovém odlučovači je ještě horký plyn veden do pračky plynu, pro odlučování nejjemnějších částic a zároveň zchlazení vstupujícího plynu.

Jako prací a chladicí kapalina je použita část vlastní vyprodukované kapaliny, která je před použitím jako prací a chladicí kapalina přečištěna v odstředivém separátoru. Vyprodukovaná kapalina, která není použita jako prací a chladicí kapalina, je následně odčerpávána do sudů pro kapaliny, odkud jsou následně odebírány vzorky pro analýzy.

Zchlazený pyrolýzní plyn, ze kterého jsou odloučeny kondenzovatelné podíly, je následně odtahován plynovým dmýchadlem v nevybušném provedení, které vytváří regulovaný podtlak v reaktoru a pokrývá potrubní ztráty pro proudění plynu. Následně je plyn veden měřicí trasou pro analýzu a zbytek plynu je bezpečně spalován na spalovací fléře.

Průmyslová využitelnost

Technologické uspořádání lze využít pouze u pyrolýzních linek s trubkovou retortou.

NÁROKY NA OCHRANU

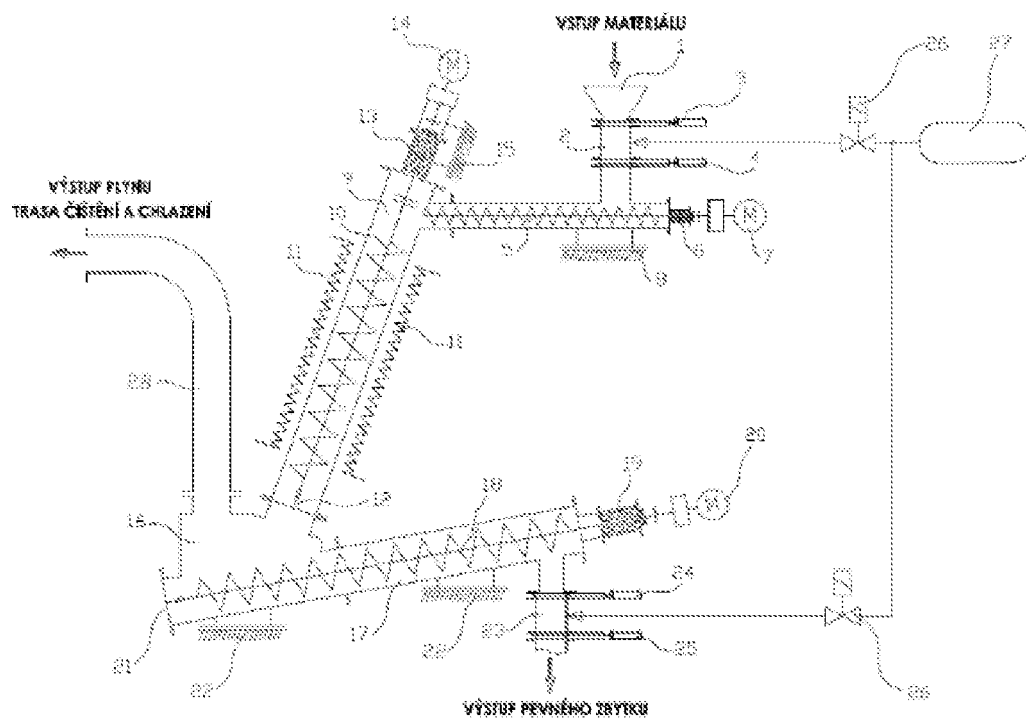
1. Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem, jejíž součástí je pyrolýzní reaktor a šnekový dopravník, **vyznačující se tím**, že sestává ze tří na sebe navazujících částí, a to vstupní části, zpracovatelské části a výstupní části.

2. Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vstupní část sestává z trychtýřové násypky (1) pro vstup materiálu, která je upevněna na inertizační dávkovou komoru (2), vybavenou prvním nožovým šoupátkem (3) a druhým nožovým

šoupátkem (4), napojenou na šnekový dopravník (5), posuvně uložený v rámu (8), přičemž objem šnekového dopravníku (5) je větší než objem inertizační dávkové komory (2).

3. Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že šnekový dopravník (5) je na volném konci vybaven ložiskovým uložením (6) šnekové spirály s hřídelovými těsnicemi kroužky a O-kroužky, na kterou je uchycen elektromotor (7) s převodovkou.
4. Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zpracovatelská část sestává z pyrolýzního reaktoru (9), v jehož horní části se nachází hnací hřídel (13) s pohonem (14) spirálového míchače (10), který je uchycen v rámu (15) nosiče pohonu (14) míchače (10), z vnější části pyrolýzního reaktoru (9) je po jeho celé délce umístěn induktor (11) indukčního ohřevu a uvnitř pyrolýzního reaktoru (9) se nachází spirálový míchač (10), který je na jedné straně zachycen v dolním uložení (12) míchače (10) a na konci opačném v hnací hřídeli (13).
5. Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že spirála spirálového míchače (10) má obdélníkový průřez.
6. Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že pyrolýzní reaktor (9) je nakloněn vůči horizontální rovině.
7. Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem podle nároků 1, 3 a 4, **vyznačující se tím**, že dávkovací šnekový dopravník (5) je napojen na pyrolýzní reaktor (9) v jeho horní části.
8. Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že výstupní část sestává z nádoby (16) pevného zbytku, která je propojena s pyrolýzním reaktorem (9) a dále s výstupním potrubím (28) a současně s vynášecím dopravníkem (17) ukotveným v rámu (22) nosiče nádoby (16), uvnitř kterého se nachází šneková spirála (18), která je na jednom konci otočně uložena v pomocném uložení (21) šnekové spirály (18) a na konci opačném navazuje přes ložisko (19) šnekové spirály (18) na pohon (20) vynášecího dopravníku (17), a dále je tento vynášecí dopravník (17) vybaven uzavíratelným mezizásobníkem (23) tuhého zbytku s horním nožovým šoupátkem (24) a dolním nožovým šoupátkem (25).
9. Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem podle předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že mezizásobník (23) tuhého zbytku a inertizační dávková komora (2) jsou propojeny potrubím se zásobníkem (27) inertního plynu, přičemž na spojovacím potrubí jsou umístěny dva ventily (26).
10. Pyrolýzní jednotka s indukčním ohřevem podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že ventily (26) jsou solenoidové nebo ruční.

1 výkres



Obr. 1