

C10B 47/16 (2006.01)

C10B 51/00 (2006.01)

C10B 53/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKAÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2021-62
(22) Přihlášeno: 10.02.2021
(40) Zveřejněno: 29.06.2022
(Věstník č. 26/2022)
(47) Uděleno: 18.05.2022
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 29.06.2022
(Věstník č. 26/2022)

(56) Relevantní dokumenty:
(Zhenghui Xu, Xiang Xiao, Ping Fang, Lyumeng Ye, Jianhang Huang, Haiwen Wu, Zijun Tang and Dongyao Chen: Comparison of Combustion and Pyrolysis Behavior of the Peanut Shells in Air and N₂: Kinetics, Thermodynamics and Gas Emissions; Sustainability 2020, 12(2), 464; <https://doi.org/10.3390/su12020464>; <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/2/464>) 08.01.2020.
CN 211255816U U; CN 108240625 A; CZ 304835 B6; CZ 21978 U1; WO 0236711 A1; JP H01146991 A; WO 2018188996 A1.

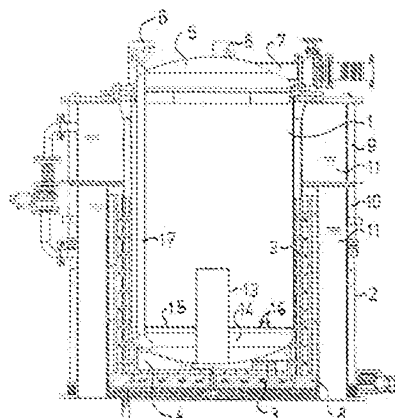
(73) Majitel patentu:
THEODOR DESIGN, s.r.o., Čeladná, CZ

(72) Původce:
Ing. Petr Cuber, Havířov, Životice, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Kateřina Gregorová, patentový a známkový
zástupce, Sokolská třída 966/22, 702 00 Ostrava,
Moravská Ostrava

(54) Název vynálezu:
**Způsob provádění termického rozkladu a
zařízení pro termický rozklad**

(57) Anotace:
Způsob provádění termického rozkladu materiálů bez přístupu kyslíku, při kterém se vsázka zpracovávaného materiálu umístí do reaktoru (1) v podobě uzavřené tlakové nádoby z tepelně vodivého materiálu, načež se reaktor (1) vloží do předehřáté termické komory (2) a zahřívá bez přístupu kyslíku, spočívá v tom, že probíhá nejméně ve čtyřech fázích, z čehož nejméně ve třech fázích se provádí ohřev reaktoru (1). V první a ve druhé fázi se ohřev reaktoru (1) provádí současně odspodu a na bocích reaktoru (1), a pak pouze odspodu a do výšky 1/10 až 1/2 reaktoru (1). Teplo se přivádí i přímo doprostřed materiálu. Uvolňování látek se aktivuje přiváděním vodní páry a finální ochlazení se urychluje přiváděním dusíku. Termická komora (2) zahrnuje topnou vanu (8), dutý prstenec (9), lože (4) pro reaktor (1), topná tělesa (3) ve výškových sekcích (301, 302, 303) i ve dnu lože (4) a termoregulační plášť (10). Válcový reaktor (1) má středový výstupek (13) ve dnu a uvnitř má přepážku (15), s výhodou perforovanou a opatřenou plynovou trubicí (17).



Způsob provádění termického rozkladu a zařízení pro termický rozklad

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu provádění termického rozkladu organických materiálů bez přístupu kyslíku a zařízení pro provádění termického rozkladu tímto způsobem.

10 Dosavadní stav techniky

Termický rozklad materiálů, termolýza, se provádí s cílem získat využitelné produkty. Jako konkrétní varianta termolýzy se v případě organických materiálů zpravidla volí pyrolýza, při níž rozklad probíhá bez přístupu kyslíku, a tedy bez hoření. Rozklad materiálu způsobují vysoké teploty a tlak, které se volí a průběžně přizpůsobují podle složení materiálu a druhu i kvality požadovaného produktu. Zpracováváný materiál se umístí do uzavřeného vyhřívaného prostoru, například komory pece, kde se podrobí působení vysokých teplot a vyvíjené plyny se odvádí z vyhřívaného prostoru k dalšímu zpracování. S výhodou je materiál v úpravě umožňující dobrý přístup tepla, například v podobě drti nebo mletím získaných částic. Plyny vyvíjené při zahřátí materiálu mění se zvyšováním teploty materiálu své složení. Postupně se uvolní prchavé látky, voda, inertní plyny. Je známo, že při vysokých teplotách, různých podle látkového složení výchozího materiálu a tlakových podmínek, se z těchto materiálů uvolňují plyny s vysokým obsahem uhlovodíků, využitelné pro energetiku. Princip průběhu tepelného rozkladu těchto hmot i složení frakcí získaných tepelným rozkladem podle konkrétních teplot a tlaku termolýzy je znám. Problémem však je dosažení dobré ekonomiky těchto procesů tepelného rozkladu. Pro ekonomický zisk je nutné zvolit dobře režim ohřevu materiálu, zejména množství vsázky, dobu působení tepla na materiál a tlak. Nezávisí však pouze na těchto faktorech, ale i na tloušťce zpracovávané vrstvy materiálu a jejím rozprostření, na umístění těles nebo teplosměnných ploch přivádějících teplo, na dobré volbě zdroje tepelné energie aj. S tím souvisí i absence optimálního zařízení. Vyhřívané komory zpravidla nepracují kontinuálně, je nutno je pro každou vsázku suroviny před otevřením vychladit. Obvykle se nejprve ukončí ohřev vyhřívaného prostoru a teplo se nechá ještě po určitou dobu působit, načež se prostor nechá přirozeně vychladnout, nebo se uměle ochlazuje. Po ekonomickém vyčerpání využitelného plynného média ze zpracovávaného materiálu a během ochlazování mohou ještě z materiálu odcházet plyny, a proto se i po tuto dobu obvykle plyny odvádějí, načež poté, kdy je prostor dostatečně vychlazen na bezpečnou teplotu pro otevření, se případně ještě obsažené plyny a/nebo vířící prachové částice odsávají. Z původní vsázky materiálu po tepelném procesu zůstane v pracovním prostoru pouze tuhý zbytek ve formě uhlíkatých částic, nebo uhlíkatého skeletu rozpadavého na drť z uhlíkatých částic, jejichž převažující komponentou je uhlík.

40

Výše uvedený způsob je popsán například v přihlášce vynálezu CZ PV 2010-586 A3. Do vyhřívané komory se umístí pryžový odpad v množství 0,1 až 0,9 objemu vyhřívané komory, komora se uzavře a zvýší se teplota na 350 až 400 °C. Z plynného ovzduší z komory se přes kondenzační okruh z kondenzátoru odvádí spalitelný kapalný kondenzát pro další použití. Po minimálně 45 40 minutách, ne však dříve, než klesne hmotnost vsázky pryžového odpadu o více než 15 %, se prostor komory ochladí na teplotu pod 200 °C. Nakonec se komora otevře a vyjme se vzniklý tuhý zbytek. Zařízení pro tepelné zpracování pryžového odpadu sestává z komory, opatřené ohřevacím elementem, chladicím elementem a kondenzačním okruhem se zdrojem proudění a kondenzátorem. Ohřevací element má podobu tělesa ze čtyř elektrických spirál opatřených společným krytem, kde toto ohřevací těleso je umístěno jako skříň dovnitř komory. Z vnější strany je komora opatřena izolační vrstvou. Jako chladicí element je v uvedeném spisu popsán v prvním příkladu trubkový systém z žebrovaných trubek, umístěných ve vyhřívané komoře a ve druhém případě mezistěna, situovaná na alespoň dvou stranách komory. Mezi mezistěnou a stěnou komory je vzduchová mezera, ochlazovaná proudícím vzduchem. Kondenzační okruh je vybaven

50

ventilátorem pro zajištění cirkulace plynného média z komory do okruhu a z okruhu zpět do komory, a dále je vybaven sběrnou nádobou na kondenzát.

Nevýhodou uvedeného způsobu a zařízení je, že provozovaný způsob a jeho tepelný režim neumožňuje dostatečný rozklad zpracovávaných surovin. Topná tělesa se nachází pouze kolem dokola materiálu, nebo v jednom místě uvnitř materiálu a nedochází k ohřevu odspodu. Při ohřevu se materiál sesedá v koláč, který může mít případně i krustu. Tím je ztížen průchod tepla dovnitř materiálu i možnost odchodu rozkladem vznikajících látek, což prodlužuje nutnou dobu zpracování a rozptyluje hranice selektivity složení odcházejících látek. Způsob a zařízení neumožňuje jiné zpracování plynných par a aerosolů vyvíjených při termolýze jinak než kondenzací, takže se získává pouze olej a netěži se žádný využitelný spalitelný plyn. Zbytkové zplodiny, obsažené v komoře, mohou uniknout po otevření komory do prostředí.

Patent CZ 304835 B6 popisuje zařízení a další způsob výroby paliv pro energetiku, při němž se zpracovává uhlíkatý materiál pomocí tepelného rozkladu bez přítomnosti plamene. Vsázka materiálu se umístí do dutiny reaktoru v podobě mobilního zásobníku tvořeného tlakovou nádobou s rovným nebo zaobleným dnem a s víkem opatřeným plynovým vývodem, který se připojí na plynové potrubí. Před a/nebo po uvedeném připojení se přes plynový vývod z tlakové nádoby odsaje přítomný vzduch s případnými plyny, a přitom se tlak uvnitř tlakové nádoby sníží na 2 až 5 kPa. V předehřívací komoře se tlaková nádoba během 60 až 120 minut předehřeje na teplotu 90 až 120 °C a odvádí se směs plynů vznikající termickým rozkladem. Poté se tlaková nádoba v uzavřeném stavu přemístí do dohřívací komory vyhřáté na vyšší teplotu, až 550 °C, kde se po dobu až 180 minut dohřívá při tlaku 2 až 5 kPa, přičemž se odvádí vznikající směs plynů k dalšímu zpracování. Vyhřáté prostory komor se udržují kontinuálně ve vyhřátém stavu a po vyjmutí jedné tlakové nádoby se na její místo umístí další tlaková nádoba. Předehřívací komora má podobu nádrže, vyplněné kapalným teplotnosným médiem a obsahující lože pro tlakovou nádobu, nebo několik loží. Také dohřívací komora obsahuje alespoň jedno lože pro tlakovou nádobu. V dohřívací komoře tvoří boční stěnu kolem dokola tlakové nádoby keramický prstenec z šamotu se zabudovanými elektrickými topnými tělesy. Zhruba dolní 3/5 prstence jsou zanořeny ve vaně, která má dutý plášť vyplněný kapalným teplotnosným médiem, přičemž v tomto plášti jsou na bocích kolem prstence obsažena přídavná elektrická topná tělesa. Obě komory jsou propojeny, aby mohlo teplotnosné médium mezi nimi cirkulovat. Nevýhodou tohoto řešení je nutnost přemísťovat reaktor s rozkládaným materiálem. Při přemísťování dochází k nežádoucímu ochlazení reaktoru. Kromě manipulací nutných k přemísťování je nutné odpojovat a přepojovat připojené odvodní plynové potrubí. Manipulace s horkým reaktorem nadto představuje nutnost dalšího strojového vybavení a řady bezpečnostních opatření. Během rozkladu dochází k sesedání materiálu a jeho zhuštění v dolní části reaktoru ve vysoké vrstvě. Zhuštění ve vysoké vrstvě brání dokonalému prostupu tepla a odchodu uvolňovaných látek. Intenzivní ohřev se provádí pomocí elektrických topných těles pouze na bocích kolem reaktoru, jeho ohřev odspodu pouze kapalným médiem není dostatečně rychlý a účinný. Také ohřev prstencem po celou dobu vyhřívání topnými tělesy o téže teplotě po celé výšce reaktoru neskýtá optimální podmínky pro ekonomický rozklad sesedajícího se materiálu. V horní části se topí nadměrně kolem prázdného prostoru v reaktoru, zatímco v dolní části, kde se materiál zhušťuje, je ohřev pomalejší a pro dostatečný ohřev a udržení potřebné teploty pro termolýzu je potřeba relativně velké množství elektrické energie.

Dokument CZ 305015 B6 uvádí, že materiál podrobovaný termolýze je vhodné rozvrstvit do tenčí nebo tenké vrstvy. Tento patent provádí termický rozklad pouze sytkých částic, a to kontinuální metodou. Shora se do reaktoru přisypává materiál, který se v reaktoru rozvrstvuje do tenké vrstvy na vyhřívání šikmé plochy. Po dopadu na vyhřívání plochy se materiál následně působením gravitace pohybuje a sype se po různých vyhřívání plochách směrem dolů. Při tomto prosypávání materiálu přes reaktor odshora dolů se materiál zahřívá a unikající plynné produkty termolýzy se odvádějí přes boční stěny reaktoru. Dole je výstup, z něhož se odebírá suchý zbytek. Ohřev se provádí ohřevem dutého pláště reaktoru, a také uvnitř reaktoru, kde se provádí ohřev cesty materiálu kapalným teplotnosným médiem. V reaktoru se udržuje a mění teplota a tlak podle složení zpracovávaného materiálu a požadavků na složení předpokládaných produktů. Uvedený

dokument zmiňuje pyrolýzu při teplotě 450 až 650 °C. Zařízení podle tohoto patentu představuje reaktor v podobě vertikálního tělesa s válcovou stěnou opatřenou dutým pláštěm s kapalným teplotním médiem, horní násypkou materiálu a dolním odvodem materiálu. Uvnitř se nachází dutá vyhřívaná tělesa, která zpracovávají materiál obtéká. Tato dutá vyhřívaná tělesa jsou
 5 naplněna kapalným teplotním médiem s přívody a odvody vně reaktoru. Nahoře a dole tvoří tato tělesa vyhřívané komory s kuželovitou horní plochou a výškově uprostřed je vyhřívané vedení s průchodem pro materiál kolem dokola stěn reaktoru a ve středu reaktoru. Cestu pro zpracovávající materiál tvoří jednak vyhřívané plochy těchto vyhřívaných těles umístěných uvnitř reaktoru, a jednak průchody mezi vyhřívanými tělesy a vyhřívanou stěnou reaktoru. Nevýhodou tohoto řešení je nemožnost zpracovávat jiný materiál než kapalinu nebo sypké částice. Další nevýhodou je, že jelikož se materiál v reaktoru nezastaví a neustále přitéká a odtéká další a další materiál, jsou
 10 odváděny pouze látkové směsi konstantního složení, a nikoliv průběžně v čase látkově výrazně odlišné produkty pyrolýzy. Při kontinuálním procesu také nedochází k úplnému rozkladu zpracovávaného materiálu a v konečném produktu je tudíž přítomno mnoho směsných a balastních látek, což omezuje možnosti využití produktů. V reaktoru je vysoké riziko přilepení materiálu k horkým plochám vyhřívaných těles a ucpávání průchodů. Přes plochy s přilepeným materiálem se významně zhoršuje průstup tepla. Ucpávání průchodů je spojeno s rizikem nežádoucího lokálního přehřátí materiálu a případně i exploze. Pro zamezení uvedených rizik je nutno reaktor důsledně sledovat, často přerušovat proces a zařízení rozebírat a provádět čištění a další údržbu.
 15
 20

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje navržené řešení. Vychází z dosavadního způsobu provádění termického rozkladu materiálů bez přístupu kyslíku, při kterém se vsázka zpracovávaného materiálu umístí do reaktoru v podobě uzavřené tlakové nádoby z tepelně vodivého materiálu, načež se reaktor vloží do předehřáté termické komory a zahřívá bez přístupu kyslíku a z horní části reaktoru se odvádějí vznikající páry, plyny a pyrolytické aerosoly, přičemž se proces rozkladu materiálu v reaktoru průběžně reguluje podle druhu výchozího materiálu a požadavků na látkové
 25
 30 složení produktů velikostí teploty a tlaku v reaktoru a z rozkládaného materiálu se postupně získávají odlišné složené frakce plynných a kapalných produktů, kdy toto zpracování se provádí v nejméně čtyřech fázích, z čehož nejméně ve třech fázích se provádí ohřev reaktoru, a to tak, že

– v první fázi se reaktor předehřeje na teplotu 90 až 120 °C a zpracovávající materiál zbaví vodní páry a vzduchu,
 35

– ve druhé fázi se reaktor zahřeje na 120 až 600 °C a z reaktoru se odvádějí pyrolytické aerosoly a plynné látky z pyrolýzy,

– v předposlední fázi se ohřev reaktoru provádí pouze do té míry, že se udržuje maximální dosažená teplota a z reaktoru se odvádějí pyrolytické aerosoly a plynné látky z pyrolýzy,
 40

– v poslední fázi se ukončí zahřívání a poté se reaktor odebere z termické komory a vysype se sypký zbytkový materiál.
 45

Podstatou nového řešení je, že ohřev reaktoru se provádí postupně v odlišné výšce, kdy v první a druhé fázi se ohřev reaktoru uskutečňuje současně odspodu pod dnem a kolem dokola bočních stěn po celé výšce reaktoru s výjimkou odshora, zatímco v předposlední fázi se reaktor nahřívá pouze odspodu pod dnem a kolem dokola bočních stěn do výšky 1/10 až 1/2 reaktoru.
 50

Rozkládaný materiál se s výhodou do reaktoru umístí do vrstvy, ve které se uprostřed v dolní 1/10 až 1/2 výšky reaktoru, pomocí rozprostírání materiálu kolem středového výstupku z výdutě konkávního dna reaktoru, ponechá volný prostor, načež při ohřevu reaktoru se pak teplo přivádí nejen kolem dokola zespodu a do bočních stran vrstvy, ale i doprostřed vrstvy materiálu.
 55 Přivádění tepla doprostřed vrstvy rozkládaného materiálu se podle vynálezu dosahuje prouděním

tepla dovnitř středového výstupku a přes středový výstupek při ohřívání reaktoru odspodu. Takto se teplo dostává do výše zmíněného ponechaného volného prostoru uprostřed vrstvy materiálu.

5 S výhodou se rozkládaný materiál do reaktoru uloží nad dutinu, na přepážku umístěnou v dolní 1/10 až 1/2 reaktoru a ohřev materiálu odspodu se pak provádí průchodem tepla přes dutinu nacházející se pod přepážkou, přičemž na přepážce se rozkládaný materiál ponechá po celou dobu provádění rozkladu.

10 S výhodou se pro uložení rozkládaného materiálu v reaktoru použije přepážka obsahující množinu otvorů a mezi druhou a předposlední fází se jako třetí fáze zařadí aktivační fáze, při níž se v reaktoru zvýší teplota na 560 až 700 °C. Tlak v aktivační fázi se v reaktoru vytvoří v hodnotě 6 až 200 kPa. Při této teplotě a tlaku se do reaktoru, do dutiny pod přepážkou přivádí aktivační médium, které se v rozptýleném stavu nechává proudit odspodu přes přepážku a rozkládaný materiál směrem nahoru, odkud se pak společně s termolýzou uvolněnými látkami odvádí vně reaktoru.

15 Jako aktivační médium se s výhodou zvolí aktivační médium na bázi vodní páry. Aktivační médium se přivádí do reaktoru během třetí fáze. Optimální objemové množství aktivačního média přivedeného v aktivační fázi do reaktoru je 3 až 5násobek objemu reaktoru.

20 V poslední fázi se v případě potřeby ochlazování účinně urychlí tím, že se po ukončení zahřívání přivede do mezery pod přepážku dusík v množství 1 až dvojnásobku objemu reaktoru.

25 Pro první fázi se termická komora s výhodou předehřeje na teplotu 150 až 300 °C. Reaktor se předehřeje na 90 až 120 °C a tlak v reaktoru se udržuje nižší než 3,5 kPa. Poté, když proběhne první fáze, se ve druhé fázi teplota v reaktoru zvýší na 120 až 600 °C a tlak v reaktoru se s další výhodou zvýší na 3,5 až 5,5 kPa. Takto zvýšená teplota a tlak se udržují po dobu 2 až 3 hodin.

Předposlední fáze, v níž se pouze udržuje maximální dosažená teplota, se s výhodou provádí po dobu 15 až 30 minut.

30 Zařízení k provádění termického rozkladu způsobem podle vynálezu zahrnuje alespoň jeden reaktor a termickou komoru pro jeho ohřev, kde termická komora má stěny opatřené elektrickými topnými tělesy a obsahuje prohlubeň mající podobu lože, uzpůsobeného svým tvarem a rozměry pro uložení reaktoru. Reaktor má podobu tlakové nádoby z tepelně vodivého materiálu s plynotěsně uzavíratelným víkem uspořádaným nahoře. Víko je opatřeno alespoň jedním úchytem
35 pro manipulaci a alespoň jedním vývodem pro unikající plynné látky a aerosoly. Podstatou nového řešení tohoto zařízení je následující konstrukční řešení termické komory a reaktoru. Termická komora je uspořádána z topné vany a z dutého prstence, nacházejícího se nad topnou vanou a dosahujícího alespoň k víku reaktoru. Topná vana dosahuje do výšky 1/2 až 9/10 v ní uloženého reaktoru. Topná vana je opatřena elektrickými topnými tělesy ve stěnách i ve dnu lože a kolem dokola je na obvodu opatřena dvojítm termoregulačním pláštěm, který je vyplněn pohyblivým
40 teplotonosným médiem. Dutý prstenec je uložen nad stěnami topné vany i termoregulačním pláštěm a je propojen s termoregulačním pláštěm topné vany a vyplněn rovněž teplotonosným médiem. Stěny, kterými se dotýká topná vana s termoregulačním pláštěm, topná vana s dutým prstencem, topná vana s reaktorem, termoregulační plášť s dutým prstencem a dutý prstenec s reaktorem,
45 sestávají z tepelně vodivého materiálu.

Elektrická topná tělesa topné vany jsou uspořádána s výhodou v alespoň třech samostatně ovladatelných výškových sekcích nad sebou.

50 Lože, vytvořené v termické komoře pro vložení a ohřev reaktoru, má s výhodou válcovou stěnu. Dno lože je rovné, nebo vypouklé. Reaktor má tvarem a rozměry lože odpovídající, rovněž válcovou, stěnu, s výhodou doléhající na válcovou stěnu lože. Dno reaktoru je vypouklé alespoň v obvodové oblasti reaktoru, tedy v blízkosti okraje dna. Tímto se rozumí, že příčný průřez lože i reaktoru je kruhový nebo oválný, přičemž příčný průřez lože má stejný tvar jako příčný průřez
55

reaktoru, a rozměry si odpovídají tak, že na obvod reaktoru doléhá na lože. Dno reaktoru nemá takovou podmínku. Může, nebo nemusí mít stejný tvar jako dno lože, takže dno reaktoru podle vynálezu nemusí doléhat na dno lože.

- 5 Reaktor má s výhodou ve své střední části dno vyduté, kde toto vydutí tvoří směrem dovnitř reaktoru dutý středový výstupek pro rozptýlení a ztenčení vrstvy zpracovávaného materiálu a pro přivádění tepla od vyhřívaného dna topné vany do takto rozptýřeného materiálu.

10 Středový výstupek podle předchozího odstavce s výhodou vybihá do dolní 1/10 až 1/2 výšky reaktoru.

S výhodou je prostor uvnitř reaktoru přepažen přepážkou pro uložení vsázky materiálu a pod touto přepážkou se v reaktoru nachází dutá kapsa.

- 15 Přepážka se nachází s výhodou v dolní 1/10 až 1/3 výšky reaktoru.

20 S výhodou přepážka obsahuje množinu otvorů. Může být použita přepážka v podobě síta, pletiva, mříže, plátu perforované nerezové desky apod. Pod přepážku s otvory je s výhodou vyvedena alespoň jedna plynová trubice, která prochází skrze víko reaktoru a vede přes prostor v reaktoru dolů do kapsy pod přepážkou.

V případě, že reaktor obsahuje středový výstupek, má středový výstupek větší výšku, než v jaké je situována přepážka.

- 25 Navržený způsob provádění termického rozkladu a zařízení k provádění způsobu jsou vhodné zejména pro termický rozklad organických látek s obsahem uhlikatých sloučenin, jako jsou pryž, plasty, biomasa, čistírenské kaly apod. Mohou proto být využity pro druhotné zpracování odpadů mnoha druhů, jako PET lahví, plastových odpadů obecně, ojetých pneumatik, odpadů ze zemědělství, odpadů z potravinářských výrob aj. Termickým rozkladem pomocí způsobu a zařízení
- 30 podle vynálezu se mohou získávat produkty jako různá aditiva, hnojiva, plynná paliva, průmyslové oleje a mazadla, vodík, aktivní uhlí a jiné sorbenty, pigmenty, kompozity. Mohou se vyrábět různé polotovary pro průmysl, například uhlovodíky, frakce pro výrobu jiných látek, jako například polypropylénu, kapalných produkty pro petrochemii, pevné produkty pro zemědělství.

- 35 Výhodou navrženého způsobu a zařízení je zejména zvýšení ekonomické efektivity procesu termického rozkladu. Není nutné přemístění reaktoru během probíhajícího procesu pyrolýzy, čímž odpadají bezpečnostní rizika, nutnost nadbytečných manipulací s horkými reaktory i tepelné ztráty vzniklé při přemísťování horkých reaktorů z předehřívací komory do dohřívací komory. Efektivita je zvýšena tím, že teplo se přivádí i prostředím vrstvy materiálu, a že se v průběhu zpracování
- 40 materiálu omezí vyhřívání ohřívacích těles tak, že se přiměřeně k sesedání vrstvy rozkládaného materiálu sníží výška, ze které se přivádí teplo do reaktoru. Odvod uvolněných produktů z materiálu je podle vynálezu možné zlepšit teplotní a tlakovou regulací, a také přiváděním aktivního média do reaktoru a jeho řízeným proháněním přes rozkládaný materiál. Efektivitu procesu zvyšuje i navržené urychlení konečného vychlazení řízeným přiváděním inertního plynu.

- 45 Při použití zařízení podle vynálezu výše navrženým způsobem je dosaženo plynulého zpracování každé vsázky bez manipulačně náročných operací. Například ve srovnání s pat. CZ 304835 B6 je zpracování jedné vsázky rychlejší až o 30 %, a přitom nedochází ke zvýšení spotřeby energií. Je možno zpracovávat mnohem více druhů materiálů. Ve srovnání i s dalšími dokumenty známými
- 50 v dosavadním stavu dochází k podstatně lepšímu rozkladu materiálu. Tuhý zbytek, který zůstává po termickém rozkladu na přepážce, představuje čistý uhlík bez nežádoucích balastních příměsí. Ve srovnání s dosavadním stavem se vývodem z termické komory získávají plyny a aerosoly zpracovatelné na širší škálu produktů.

55

Objasnění výkresů

Vynález je objasněn pomocí výkresů, kde znázorňují:

- 5 obr. 1 pohled na svislý řez vedený středem přes termickou komoru s vloženým reaktorem;
- obr. 2 upořádání topných těles kolem lože termické komory, při pohledu zepředu na samotnou termickou komoru bez reaktoru, v řezu;
- 10 obr. 3 pohled shora na termickou komoru s vloženým reaktorem;
- obr. 4 pohled zespodu na topná tělesa pod ložem v termické komoře, v příčném řezu vedeném pod topnými tělesy;
- 15 obr. 5 reaktor s perforovanou přepážkou a středovým výstupkem, při pohledu na svislý řez vedený středem přes reaktor;
- obr. 6 pohled shora na samotnou přepážku reaktoru podle předchozího obrázku;
- 20 obr. 7 reaktor bez středového výstupku, pohled na svislý řez vedený středem přes reaktor;
- obr. 8 pohled shora na samotnou přepážku reaktoru podle předchozího obrázku;
- obr. 9 pohled zespodu na termickou komoru se svorkovnicí; a
- 25 obr. 10 schéma ohřevu reaktoru při procesu pyrolýzy podle vynálezu, kde písmena A, B, C, D označují jednotlivé po sobě jdoucí fáze postupu podle vynálezu.

30 Příklad uskutečnění vynálezu

Příkladné provedení vynálezu je předvedeno pomocí popisu konstrukce zařízení k provádění termického rozkladu podle obrázků obr. 1 až obr. 9 a následného popisu funkce tohoto zařízení, znázorněné schematicky pomocí obrázku obr. 10.

35 Nejvýhodnější provedení vynálezu je znázorněno na obrázcích obr. 1 až obr. 6 a obr. 9. Zařízení je vytvořeno jako dvě oddělitelná tělesa, jimiž jsou reaktor 1 a termická komora 2 pro jeho ohřev.

40 Termická komora 2 má podobu bezplamenné pece, jejíž stěny jsou opatřeny elektrickými topnými tělesy 3 a uvnitř se nachází duté lože 4, uzpůsobené svým tvarem a rozměry pro uložení reaktoru 1.

Reaktor 1 má podobu duté tlakové nádoby z tepelně vodivého materiálu, například z nerezové oceli, která je nahoře opatřena plynotěsně uzavíratelným víkem 5. Víko 5 je opatřeno třemi úchyty 6 pro manipulaci a vývodem 7 pro unikající plynné látky a aerosoly.

45 Jak je již uvedeno výše, pod pojmem termická komora 2 se zde míní zahřívací zařízení, tj. pec, bez vloženého reaktoru 1. Tato termická komora 2 je složena ze dvou topných částí nad sebou, a to z topné vany 8 a z dutého prstence 9, nacházejícího se nad topnou vanou 8. Topná vana 8 dosahuje do výšky 1/2 až 9/10 v ní uloženého reaktoru 1. Jako výška reaktoru 1 se zde rozumí výškový rozměr uvnitř reaktoru 1 uzavřeného víkem 5, od nejnižšího bodu dole na dně po nejvyšší bod nahoře, který je v případě na obrázcích předvedeného tvaru reaktoru 1 uprostřed spodní plochy víka 5. Dutý prstenec 9 dosahuje alespoň k víku 5 reaktoru 1. Topná vana 8 je opatřena elektrickými topnými tělesy 3, která jsou umístěna nejen v bočních stěnách, ale i ve dnu lože 4, jak ukazují obrázky obr. 1, obr. 2 a obr. 4. V tomto konkrétním případě jsou použity topné spirály. Povrchová část topné vany 8 je kolem dokola na obvodu opatřena dvojitém

55

termoregulačním pláštěm 10. Dutý prostor v tomto dvojitém termoregulačním plášti 10 je při provozním stavu termické komory 2 vyplněn pohyblivým teplotním médiem 11, například olejem. Dutý prstenec 9 je uložen na topné vaně 8. Jeho tloušťka je taková, že se nachází nad stěnami topné vany 8 i termoregulačním pláštěm 10. Dutý prostor, který se nachází v dutém prstenci 9, je propojen s dutým prostorem termoregulačního pláště 10 a je vyplněn rovněž teplotním médiem 11. Toto propojení umožňuje přelévání teplotního média 11 podle potřeby mezi horní a dolní částí termické komory 2 za účelem rychlejšího ohřevu, nebo naopak ochlazení. Pro zajištění účinné tepelné výměny je potřeba vhodná volba materiálů pro styčné plochy v zařízení. Stěny, kterými se dotýká topná vana 8 s termoregulačním pláštěm 10, topná vana 8 s dutým prstencem 9, topná vana 8 s reaktorem 1, termoregulační plášť 10 s dutým prstencem 9 a dutý prstenec 9 s reaktorem 1, jsou zhotoveny z dobře tepelně vodivých materiálů, jako je například měď, nerezová ocel, mosaz, hliník, sklolaminát, keramika, břidlice, beton, polymer na bázi akrylátů, nebo kombinace těchto materiálů.

Elektrická topná tělesa 3 topné vany 8 obsažená nade dnem jsou uspořádána jako tři samostatně ovladatelné výškové sekce 301, 302, 303 nad sebou. Toto uspořádání ukazuje názorně obrázek obr. 2. Rozdělení do sekcí 301, 302, 303 a ovladatelnost jejich provozu je dosaženo běžnými technickými prostředky, například pomocí svorkovnice 12 předvedené na obrázku obr. 9, kterou lze připojit k řídicí a ovládací jednotce. Svorkovnice 12 podle obrázku obr. 9 obsahuje šest párů kontaktů, z toho jeden pár kontaktů je vstup a výstup pro topné těleso 3 ve dnu topné vany 8, jeden pár pro postranní první sekci 301, jeden pár pro druhou sekci 302, jeden pár pro třetí sekci 303 topných těles 3, jeden pár pro na obrázcích neznázorněné teplotní čidlo a jeden pár jako rezervu.

Lože 4 v termické komoře 2, určené pro vložení reaktoru 1, má válcovou stěnu a dno rovné nebo vypouklé a reaktor 1 má rovněž válcovou stěnu a dno má vypouklé alespoň v obvodové oblasti, přičemž v optimálním případě válcová stěna lože 4 a reaktoru 1 na sebe těsně doléhají.

Reaktor 1 má ve své střední části dno vyduuté, kde tato výduť tvoří směrem dovnitř reaktoru 1 dutý středový výstupek 13 pro přivádění tepla od vyhřívaného dna topné vany 8 dovnitř vrstvy zpracovávaného materiálu. Vybihá do 1/10 až 1/2 výšky reaktoru 1. Mezi dnem lože 4 topné vany 8 a prostorem pro materiál je uvnitř reaktoru 1 vytvořena dutá kapsa 14, tvořená dole dolní částí reaktoru 1, tedy dolní částí jeho stěn a jeho dnem, a nahoře přepážkou 15, přepážující dutý prostor uvnitř reaktoru 1. Přepážka 15 se nachází v 1/10 až 1/3 výšky reaktoru 1. V optimální variantě reaktoru 1, předvedené na obrázcích obr. 1, obr. 5 a obr. 6, je přepážka 15 opatřena množinou otvorů 16. Pod přepážku 15 vede plynová trubice 17, která prochází skrze víko 5 reaktoru 1 a vede přes dutý prostor v reaktoru 1 dolů, přes přepážku 15, kde ústí do kapsy 14 pod přepážkou 15. V tomto příkladném provedení, kdy reaktor 1 obsahuje jak přepážku 15, tak i středový výstupek 13, má středový výstupek 13 větší výšku, než v jaké se nachází přepážka 15. Konkrétně v tomto případě dosahuje středový výstupek 13 do výšky přibližně 1/3 výšky reaktoru 1 a přepážka 15 se nachází přibližně v 1/8 výšky reaktoru 1, takže středový výstupek 13 vyčnívá nad přepážku 15. Přepážka 15 s množinou otvorů 16 může mít podobu síta, mřížky, nebo například také perforované desky jakou ukazuje obrázek obr. 6. Dole má reaktor 1 přivařen obrubník tvořící podstavec 18, který brání překlopení při jeho plnění ve vnějším prostoru.

Uvedená varianta reaktoru 1 je optimální pro zpracování částic a menších těles, jako jsou například biomasa, plasty, různé průmyslové odpady a drtě různých hmot.

Alternativně, podle složení zpracovávaného materiálu a zvoleného způsobu jeho zpracování, může být reaktor 1 upraven nebo vyroben pro použití bez aktivace materiálu tak, že se nepoužije plynová trubice 17. Pro použití varianty postupu bez aktivace lze perforovanou přepážku 15 vyměnit za neperforovanou, nebo reaktor 1 použít bez jakékoliv přepážky 15. Takto upravený reaktor 1 je vhodný zejména pro tepelné zpracování materiálu, jenž by propadal přes otvory 16, například pro kapalně čistírenské kaly nebo kapalně průmyslové odpady.

Další variantou využitelnou pro vynález je reaktor 1 v podobě znázorněné na obrázcích obr. 7 a obr. 8. Reaktor 1 se liší od předchozího provedení tím, že chybí středový výstupek 13. Dno reaktoru 1 má jednoduchý vypouklý tvar. Výhodné provedení reaktoru 1 obsahuje přepážku 15 opatřenou množinou otvorů 16 a plynovou trubicí 17. Jedná se o variantu reaktoru 1 pro použití s aktivací nebo bez aktivace zpracovávaného materiálu. Tato varianta reaktoru 1 je vhodná například pro termické zpracování takových materiálů, jako jsou ojeté pneumatiky, které jsou relativně objemné ale duté a obsahují ocelové kordy bránící snadnému rozemletí před zpracováním.

Všechny varianty navrženého zařízení umožňují nový způsob provádění termického rozkladu materiálů bez přístupu kyslíku podle vynálezu.

Je výhodné před první fází termickou komoru 2 předeřhřát na teplotu 150 až 300 °C.

Vsázka zpracovávaného materiálu se umístí do reaktoru 1. Pokud je použit reaktor 1 se středovým výstupkem 13, při plnění do reaktoru 1 brání středový výstupek 13 nahromadění materiálu uprostřed a materiál se rozprostře kolem dokola středového výstupku 13. Pokud je použit reaktor se středovým výstupkem 13 i přepážkou 15, je materiál rozprostřen na přepážce 15 a do výšky středového výstupku 13 kolem dokola středového výstupku 13. Materiál může být navršen i nad středový výstupek 13. Pokud je použit reaktor 1 bez středového výstupku 13, materiál se rozmístí na celé přepážce 15. V případě použití materiálu, který není kapalný, vytvoří materiál v reaktoru hromádku, která je nejvyšší uprostřed.

Reaktor 1 se vsázkou materiálu se vloží do předeřhřáté termické komory 2 a zde se při stavu uzavřeného víka 5 zahřívá bez přístupu kyslíku. Průběžně se z horní části reaktoru 1 přes vývod 7 odvádějí vznikající páry, plyny a pyrolytické aerosoly. Tyto se pak vedou do jiných zařízení ke zpracování, zejména do chladicích systémů k rozdělení na frakce výsledných produktů. Při termickém zpracování v termické komoře 2 se proces rozkladu materiálu v reaktoru 1 průběžně reguluje podle druhu výchozího materiálu a požadavků na látkové složení produktů velikostí teploty a tlaku v reaktoru 1. Z rozkládaného materiálu se postupně uvolňují odlišně složené frakce par, plynů a aerosolů. Tlak se reguluje s ohledem na zpracovávaný materiál a požadovaný druh a kvalitu látek odebíraných vývodem 7 z reaktoru 1.

Tepelné zpracování materiálu v termické komoře 2 se provádí celkem v nejméně čtyřech fázích, z čehož nejméně ve třech fázích se provádí ohřev reaktoru 1, a to tak, že

– v první fázi se reaktor 1 předeřhřeje na teplotu 90 až 120 °C a zpracovávaný materiál zbaví vodní páry a vzduchu,

– ve druhé fázi se reaktor 1 zahřeje na 120 až 600 °C a z reaktoru 1 se odvádějí pyrolytické aerosoly a plynné látky z pyrolýzy,

– v předposlední fázi se ohřev reaktoru 1 provádí pouze do té míry, že se udržuje maximální dosažená teplota a z reaktoru 1 se odvádějí pyrolytické aerosoly a plynné látky z pyrolýzy,

– v poslední fázi se ukončí zahřívání a poté se reaktor 1 vyjme z termické komory 2 a vysype se zbytkový materiál.

Ohřev reaktoru 1 se provádí postupně v odlišné výšce. Provádění ohřevu je schematicky znázorněno na obrázku obr. 10. V první a druhé fázi, na obrázku obr. 10 znázorněné písmeny A, B, jsou v provozu všechna elektrická topná tělesa 3 termické komory 2. Topí všechny tři sekce 301, 302 i 303 topných těles 3 kolem dokola ve stěnách topné vany 8 i topná tělesa 3 ve dnu lože 4. Kromě toho se topí také přes dutý prstenec 9. Ohřev reaktoru 1 je proto v první i druhé fázi tepelného zpracování materiálu v termické komoře 2 intenzivní. Teplo do reaktoru 1 přichází současně od boků i ode dna lože 4. Materiál je ohříván ze všech směrů s výjimkou odshora. Odspodu teplo přichází přes dno reaktoru 1, kapsu 14 a přepážku 15. Kolem dokola bočních stěn

reaktoru 1 teplo přichází po celé výšce reaktoru 1. Pokud je použit reaktor 1 mající uprostřed výdut' konkávního dna v podobě středového výstupku 13, tak teplo přiváděné odspodu jednak nahřívá vrstvu materiálu odspodu a jednak přichází dovnitř středového výstupku 13 a přes něj dovnitř vrstvy materiálu, kde nahřívá materiál směrem od osy reaktoru 1. Přivádění tepla doprostřed vrstvy materiálu přes středový výstupek 13 výrazně zvýší efektivitu ohřevu, mimo jiné také s ohledem na skutečnost, že sypký materiál má v reaktoru 1 obvykle tvar hromádky s největší výškou uprostřed.

Tlak v reaktoru 1 se v první fázi udržuje s výhodou nižší než 3,5 kPa. Ve druhé fázi se tlak v reaktoru s výhodou zvýší na 3,5 až 5,5 kPa. Hodnoty, na jaké se zvýší teplota a tlak v reaktoru 1 ve druhé fázi, se pak s výhodou ve druhé fázi udržují po dobu 2 až 3 hodin.

Jako třetí fáze se případně provede aktivace rozkládaného materiálu. Tato fáze je na obrázku obr. 10 označena písmenem C. Aktivační fázi lze provádět, pokud je použit reaktor 1 obsahující přepážku 15 s množinou otvorů 16 a plynovou trubici 17. Zařazení aktivační fáze do procesu pyrolýzy materiálu závisí na volbě uživatele. Ten se pro ni rozhoduje podle aktuálních podmínek, zejména podle druhu zpracovávaného materiálu, přítomnosti dalšího návazného vybavení pro zpracování frakcí odváděných látek a podle požadavků na látkové složení produktů. V aktivační fázi se v reaktoru 1 zvýší teplota na 560 až 700 °C. Veškeré teploty uváděné v reaktoru 1 se měří pod víkem 5, ve výšce 2/3 až 9/10 výšky reaktoru 1. Také v aktivační fázi se pro zvýšení teploty použijí všechny tři sekce 301, 302, 303 topných těles 3, topná tělesa 3 ve dnu topné vany 8, a také dutý prstenec 9. Teplonosné médium 11 se ohřívá topením topných těles 3 a cirkuluje z termoregulačního pláště 10 do dutého prstence 9 a zpět. Tlak potřebný v reaktoru 1 pro tuto fázi je 6 až 200 kPa. Při výšce uvedené zvýšené teplotě a tlaku se do reaktoru 1, do kapsy 14 tvořící dutinu pod přepážkou 15, přivádí plynovou trubicí 17 aktivační médium na bázi vodní páry. Konkrétně to bude vodní pára, nebo vodní pára s příměsí. Aktivační médium proudí odspodu a rozptyluje se přes množinu otvorů 16 v přepážce 15 a rozkládaný materiál a proudí přes ně směrem nahoru. Proud aktivačního média při svém průchodu přes rozkládaný materiál rozvolňuje sesedající se částice, napomáhá přivodu tepla do materiálu a současně usnadňuje uvolnění a odvod látek z rozkládaného materiálu. Aktivační médium obohacené o uvolněné látky stoupá nad zpracovávaný materiál nahoru k víku 5, odkud se pak odvádí ven z reaktoru 1. Nejvýhodnější objemové množství aktivačního média pro přivedení během třetí fáze do reaktoru 1 je 3 až 5násobek objemu reaktoru 1.

Během termického rozkladu materiál následkem ztráty obsažené vody, vzduchu i uvolněných látek zmenšuje svůj objem a výška jeho vrstvy se snižuje. Poté, kdy je dosažena potřebná maximální teplota a materiál zmenší dostatečně objem, nastoupí předposlední fáze termického zpracování. Předposlední fáze je fází třetí v případě, že se neprovádí aktivace. V případě, že se provádí aktivace, je předposlední fáze fází čtvrtou. Tato fáze je na obrázku obr. 10 označena písmenem D. V předposlední fázi se udržuje v reaktoru 1 maximální dosažená teplota. Teplonosné médium 11 se vypustí z dutého prstence 9 a topí se pouze elektrickými topnými tělesy 3, takže reaktor 1 se nahřívá pouze odspodu pod dnem a kolem dokola bočních stěn do výšky 1/10 až 1/2 reaktoru 1. Předposlední fáze se provádí s výhodou po dobu 15 až 30 minut. Nechávací se hřát pouze topná tělesa 3 pode dnem lože 4 a omezí se ohřev sekcemi 301, 302, 303, a nahřívá se zejména dolní sekcí 301. Topí se optimálně do výšky materiálu, s ohledem na zmenšování výšky vrstvy sesedajícího se zbytku zpracovávaného materiálu. Při použití více sekcí 301, 302, 303 v této fázi se tyto postupně směrem odshora vypínají. Po dostatečném stupni provedeného rozkladu materiálu se přejde do poslední fáze, představující ochlazení.

Poslední fáze je na obrázku obr. 10 označena písmenem E. V poslední fázi se již neprovádí žádný ohřev. Po ukončení zahřívání se naopak provádí ochlazování. Rychlost ochlazování se případně reguluje tím, že se do mezery pod přepážkou 15, tedy do kapsy 14, přivede dusík. Ten jednak urychlí ochlazování, a jednak vypudí zbytky pyrolýzního plynu. Ekonomické objemové množství dusíku přivedeného v poslední fázi zpracování materiálu do reaktoru 1 je 1 až 2násobku objemu reaktoru 1. V případě potřeby zrychlení chlazení ve dvojitém termoregulačním plášti 10 a dutém prstenci 9 cirkuluje chladné teplonosné médium 11. Pokud je obsažena přepážka 15, tak se na

přepážce 15 rozkládaný materiál ponechá po celou dobu zpracování v reaktoru 1. Přepážka 15 usnadňuje rozprostření materiálu, usnadňuje rovnoměrné rozptýlení přiváděného média i tepla odspodu, zabraňuje ucpání ústí plynové trubice 17 a usnadňuje odebrání veškerého tuhého zbytku ze zpracovaného materiálu i čištění a údržbu reaktoru 1.

5

Po ochlazení se reaktor 1 vyjme z lože 4, otevře se víko 5 a zbytek materiálu se odebere. Zbytek je obvykle v podobě práškového uhlíku, ale v případě přítomnosti anorganických látek mohou být obsaženy i jiné částice, například v případě zpracování starých pneumatik zůstanou v reaktoru 1 kromě uhlíku i ocelové kordy.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob provádění termického rozkladu materiálů bez přístupu kyslíku, při kterém se vsázka zpracovávaného materiálu umístí do reaktoru (1) v podobě uzavřené tlakové nádoby z tepelně vodivého materiálu, načež se reaktor (1) vloží do předehřáté termické komory (2) a zahřívá bez přístupu kyslíku a z horní části reaktoru (1) se odvádějí vznikající páry, plyny a pyrolytické aerosoly, přičemž se proces rozkladu materiálu v reaktoru (1) průběžně reguluje podle druhu výchozího materiálu a požadavků na látkové složení produktů velikostí teploty a tlaku v reaktoru (1), a přičemž se z rozkládaného materiálu postupně získávají odlišně složené frakce plyných a kapalných produktů, kdy toto zpracování se provádí v nejméně čtyřech fázích, z čehož nejméně ve třech fázích se provádí ohřev reaktoru (1), a to tak, že

- v první fázi se reaktor (1) předehřeje na teplotu 90 až 120 °C a zpracovávaný materiál zbaví vodní páry a vzduchu,

- ve druhé fázi se reaktor (1) zahřeje na 120 až 600 °C a z reaktoru (1) se odvádějí pyrolytické aerosoly a plynné látky z pyrolýzy,

- v předposlední fázi se ohřev reaktoru (1) provádí pouze do té míry, že se udržuje maximální dosažená teplota a z reaktoru (1) se odvádějí pyrolytické aerosoly a plynné látky z pyrolýzy,

- v poslední fázi se ukončí zahřívání a poté se reaktor (1) odebere z termické komory (2) a odebere se zbytkový materiál,

vyznačující se tím, že ohřev reaktoru (1) se provádí postupně v odlišné výšce, kdy v první a druhé fázi se ohřev reaktoru (1) uskutečňuje současně odspodu pod dnem a kolem dokola bočních stěn po celé výšce reaktoru (1) s výjimkou odshora, zatímco v předposlední fázi se reaktor (1) nahřívá pouze odspodu pod dnem a kolem dokola bočních stěn do výšky 1/10 až 1/2 reaktoru (1).

2. Způsob provádění termického rozkladu podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že rozkládaný materiál se v reaktoru (1) umístí do vrstvy, ve které se uprostřed, v 1/10 až 1/2 výšky reaktoru (1) ponechá volný prostor pomocí rozprostírání materiálu kolem středového výstupku (13) z výdutě konkávního dna reaktoru (1), načež při ohřevu reaktoru (1) se pak teplo přivádí i doprostřed vrstvy materiálu, ohříváním reaktoru (1) odspodu a průchodem tepla přes středový výstupek (13) do takto ponechaného volného prostoru.

3. Způsob provádění termického rozkladu podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že rozkládaný materiál se do reaktoru (1) uloží nad dutinu, na přepážku (15) umístěnou v dolní 1/10 až 1/2 reaktoru (1), načež se ohřev materiálu odspodu provádí průchodem tepla přes dutinu nacházející se pod přepážkou (15), přičemž na přepážce (15) se rozkládaný materiál ponechá po celou dobu setrvání reaktoru (1) v termické komoře (2).

4. Způsob provádění termického rozkladu podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že rozkládaný materiál se umístí na přepážku (15) opatřenou množinou otvorů (16) a mezi druhou a předposlední fází se jako třetí fáze zařadí aktivační fáze, při níž se v reaktoru (1) zvýší teplota na 560 až 700 °C a současně se vytvoří tlak 6 až 200 kPa a při této teplotě a tlaku se do reaktoru (1) pod přepážku (15) přivádí aktivační médium, které se v rozptýleném stavu nechává proudit odspodu přes přepážku (15) do rozkládaného materiálu a přes rozkládaný materiál dále směrem nahoru, odkud se pak odvádí společně s termolýzou uvolněnými látkami vně reaktoru (1).

5. Způsob provádění termického rozkladu podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že se použije aktivační médium na bázi vodní páry, přičemž toto aktivační médium se během třetí fáze přivede do reaktoru (1) v množství 3 až 5násobku objemu reaktoru (1).

6. Způsob provádění termického rozkladu podle nároků 4 a 5, **vyznačující se tím**, že v poslední fázi se po ukončení zahřívání do reaktoru (1) pod přepážku (15) přivede dusík v množství 1 až 2-násobku objemu reaktoru (1), kdy takto přivedený dusík se nechává proudit odspodu přes přepážku (15) do zbytku rozkládaného materiálu a přes něj směrem nahoru, odkud se pak odvádí společně se zbytkem uvolněných látek vně reaktoru (1).

7. Způsob provádění termického rozkladu podle některého z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že pro první fázi se termická komora (2) přehřeje na teplotu 150 až 300 °C a tlak v reaktoru (1) se udržuje nižší než 3,5 kPa, načež poté, když proběhne první fáze, se ve druhé fázi tlak v reaktoru zvýší na 3,5 až 5,5 kPa a zvýšená teplota a tlak se udržují po dobu 2 až 3 hodin.

8. Způsob provádění termického rozkladu podle některého z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že předposlední fáze se provádí po dobu 15 až 30 minut.

9. Zařízení pro termický rozklad způsobem podle některého z nároků 1 až 8, zahrnující alespoň jeden reaktor (1) a termickou komoru (2) pro jeho ohřev, kde termická komora (2) má stěny opatřené elektrickými topnými tělesy (3) a obsahuje alespoň jednu prohlubeň mající podobu lože (4), uzpůsobeného svým tvarem a rozměry pro uložení reaktoru (1), přičemž reaktor (1) má podobu tlakové nádoby z tepelně vodivého materiálu s plynotěsně uzavíratelným víkem (5) nacházejícím se nahoře, kde toto víko (5) je opatřeno alespoň jedním úchytem (6) pro manipulaci a alespoň jedním vývodem (7) pro unikající plynné látky a aerosoly, **vyznačující se tím**, že termická komora (2) je uspořádána z topné vany (8) dosahující do výšky $\frac{1}{2}$ až $\frac{9}{10}$ v ní uloženého reaktoru (1) a z dutého prstence (9), nacházejícího se nad topnou vanou (8) a dosahujícího alespoň k víku (5) reaktoru (1), kde topná vana (8) je opatřena elektrickými topnými tělesy (3) nejen ve stěnách, ale i ve dnu lože (4) a kolem dokola je na obvodu opatřena dvojitým termoregulačním pláštěm (10) vyplněným pohyblivým teplotonosným médiem (11), přičemž dutý prstenec (9) se nachází nad stěnami topné vany (8) i termoregulačním pláštěm (10) a je propojen s termoregulačním pláštěm (10) a vyplněn rovněž teplotonosným médiem (11), a přičemž stěny, kterými se dotýká topná vana (8) s termoregulačním pláštěm (10), topná vana (8) s dutým prstencem (9), topná vana (8) s reaktorem (1), termoregulační plášť (10) s dutým prstencem (9) a dutý prstenec (9) s reaktorem (1), sestávají z tepelně vodivého materiálu.

10. Zařízení pro termický rozklad podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že topná tělesa (3) nacházející se v bočních stěnách topné vany (8) jsou uspořádána v alespoň třech samostatně ovladatelných výškových sekcích (301, 302, 303) nad sebou.

11. Zařízení pro termický rozklad podle nároků 9 a 10, **vyznačující se tím**, že lože (4) pro reaktor (1) má válcovou stěnu o kruhovém nebo oválném průřezu a dno má rovné nebo vypouklé, přičemž reaktor (1) má tvarem a rozměry odpovídající válcovou stěnu, doléhající na stěnu lože (4), a dno má vypouklé alespoň v okrajové oblasti.

12. Zařízení pro termický rozklad podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že reaktor (1) má střední část dna vydutou směrem dovnitř reaktoru (1) v dutý středový výstupek (13) pro přivádění tepla ode dna topné vany (8) dovnitř vrstvy zpracovávaného materiálu.

13. Zařízení pro termický rozklad podle nároku 12, **vyznačující se tím**, že středový výstupek (13) vybíhá do $\frac{1}{10}$ až $\frac{1}{2}$ výšky reaktoru (1).

14. Zařízení pro termický rozklad podle nároků 10 až 13, **vyznačující se tím**, že prostor uvnitř reaktoru (1) je přepažen přepážkou (15) pro uložení zpracovávaného materiálu a pod touto přepážkou (15) se nachází dutá kapsa (14).

15. Zařízení pro termický rozklad podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že přepážka (15) se nachází v $\frac{1}{10}$ až $\frac{1}{3}$ výšky reaktoru (1).

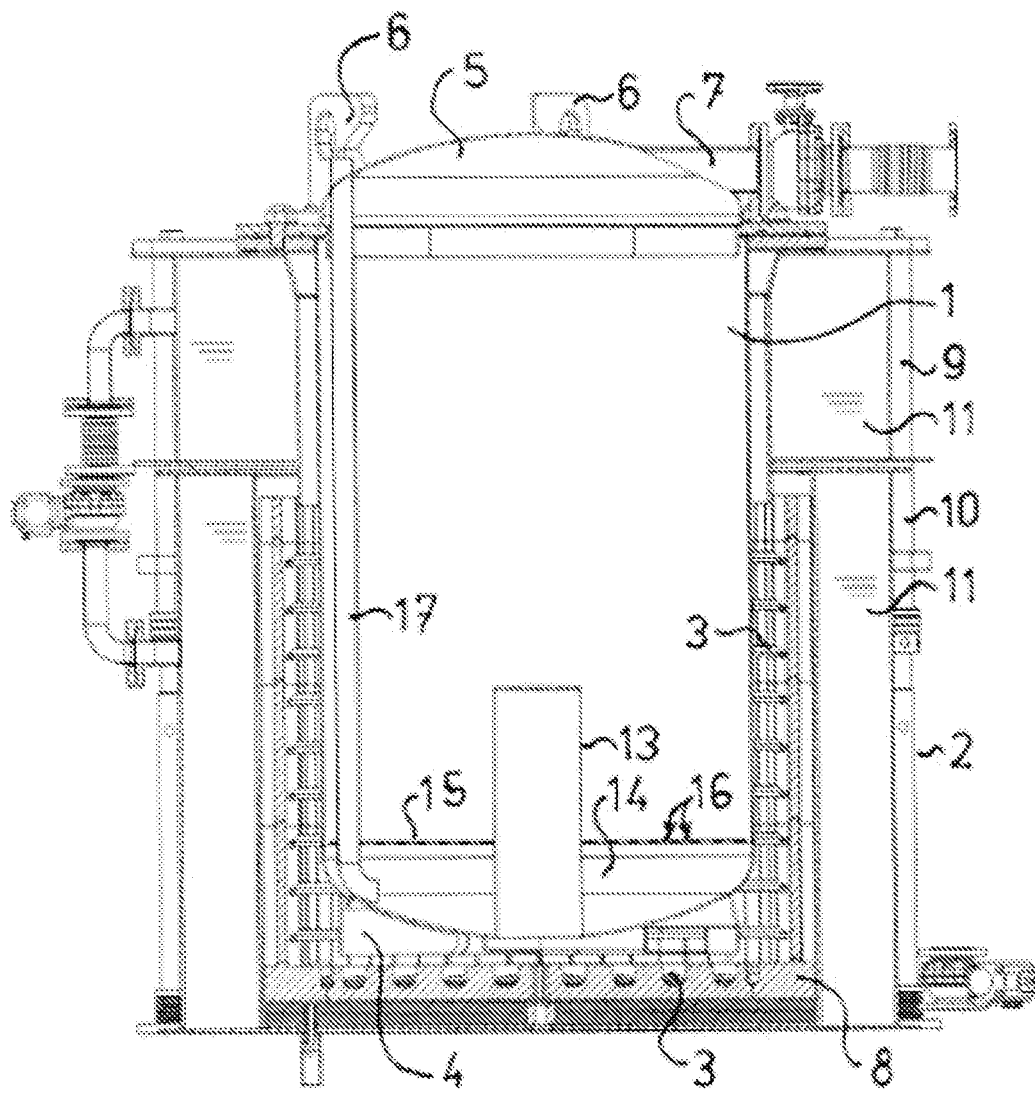
16. Zařízení pro termický rozklad podle nároků 14 a 15, **vyznačující se tím**, že přepážka (15) obsahuje množinu otvorů (16), přičemž pod přepážkou (15) je vyvedena alespoň jedna plynová trubice (17), která je přivedena přes víko (5) reaktoru (1) a vede přes prostor v reaktoru (1) dolů, kde ústí do kapsy (14).

17. Zařízení pro termický rozklad podle nároků 14 až 16, **vyznačující se tím**, že v případě, že reaktor (1) obsahuje středový výstupek (13), má středový výstupek (13) větší výšku, než v jaké se nachází přepážka (15).

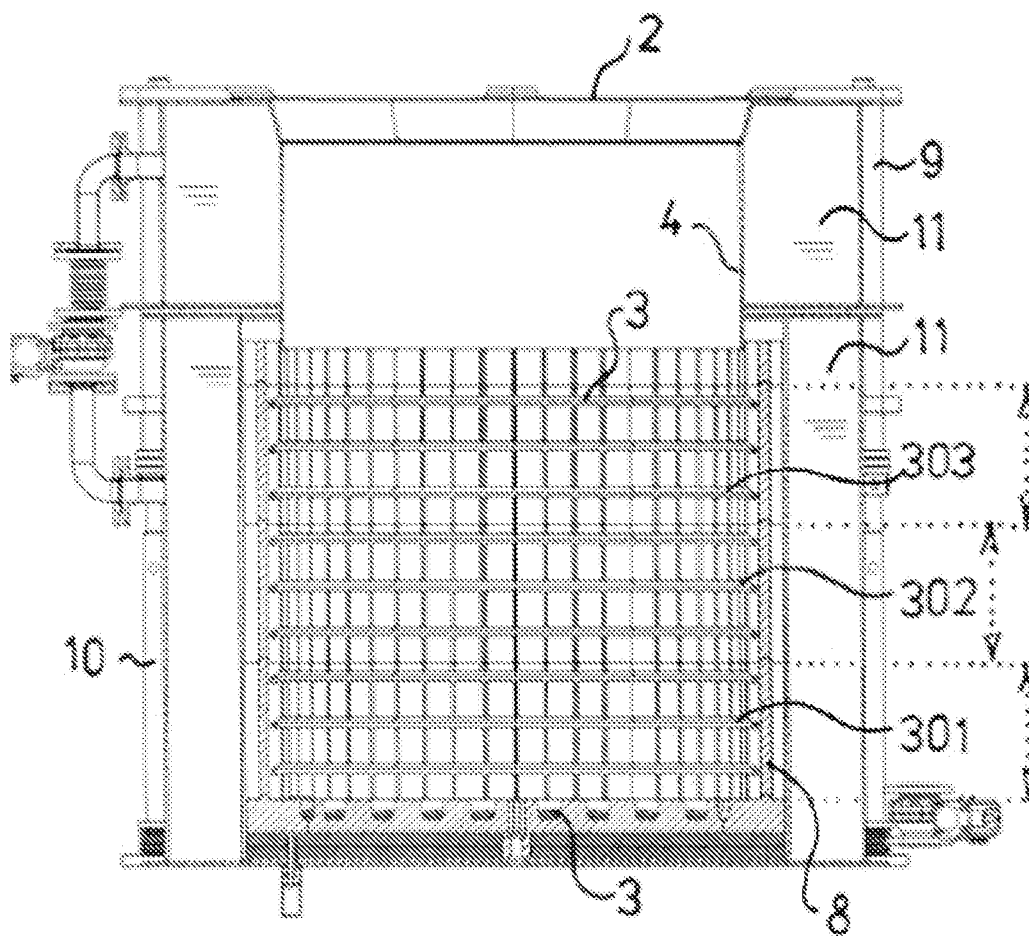
7 výkresů

Seznam vztahových značek:

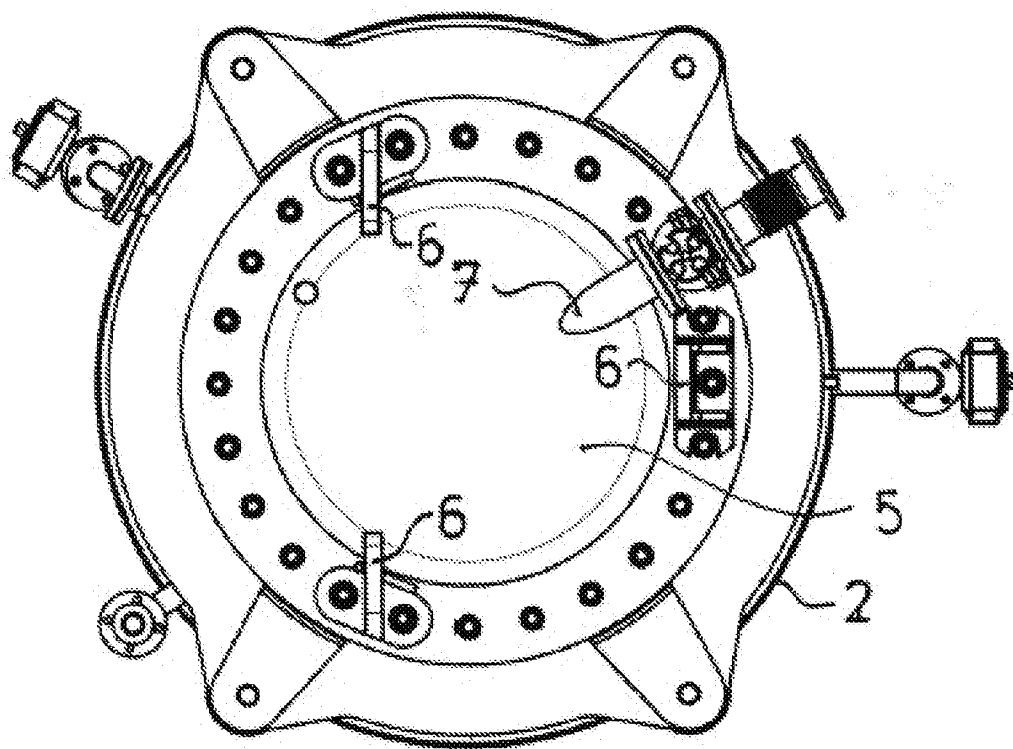
- 1 reaktor
- 2 termická komora
- 3 topné těleso
- 4 lože
- 5 víko
- 6 úchyt
- 7 vývod
- 8 topná vana
- 9 dutý prstenec
- 10 termoregulační plášť
- 11 teplotonosné médium
- 12 svorkovnice
- 13 středový výstupek
- 14 kapsa
- 15 přepážka
- 16 otvor
- 17 plynová trubice
- 18 podstavec
- 301 sekce
- 302 sekce
- 303 sekce



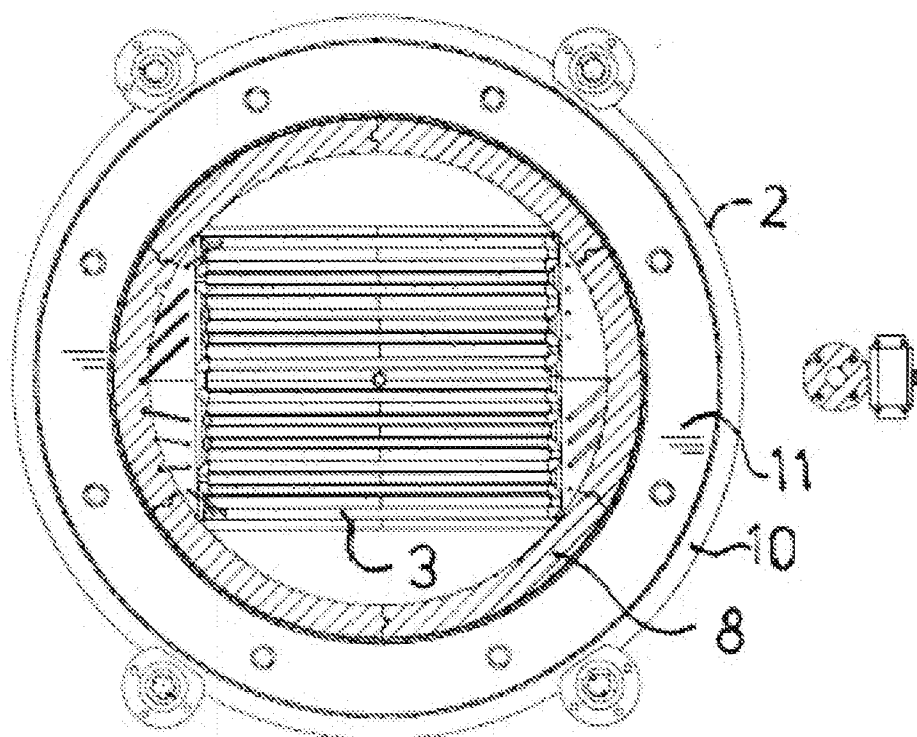
Obr. 1



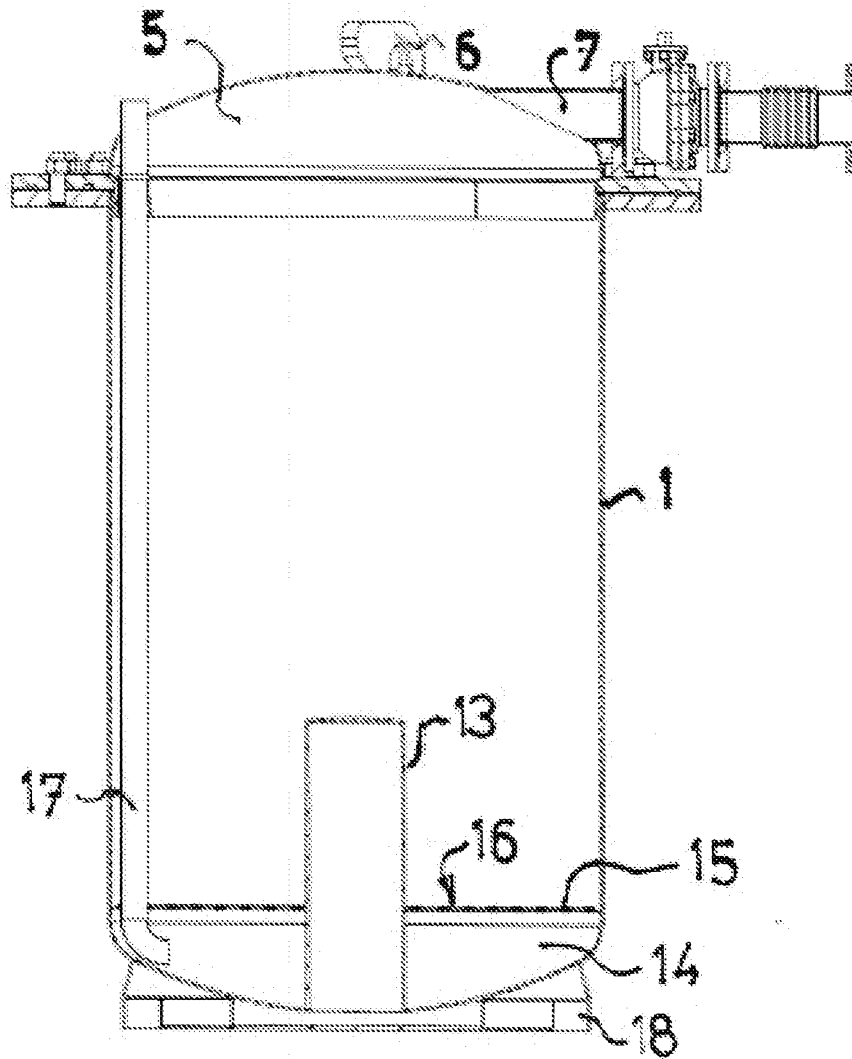
Obr. 2



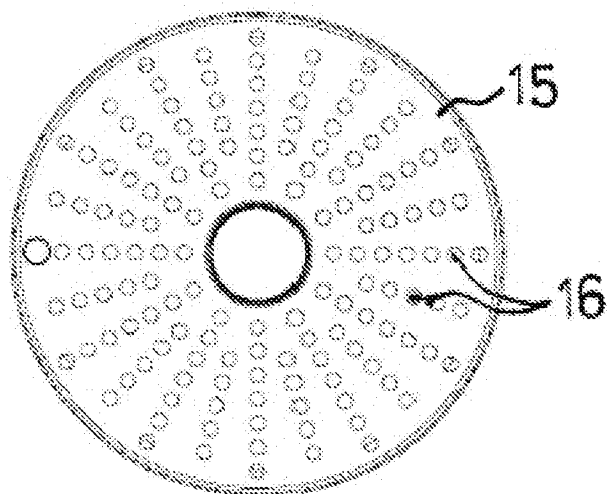
Obr. 3



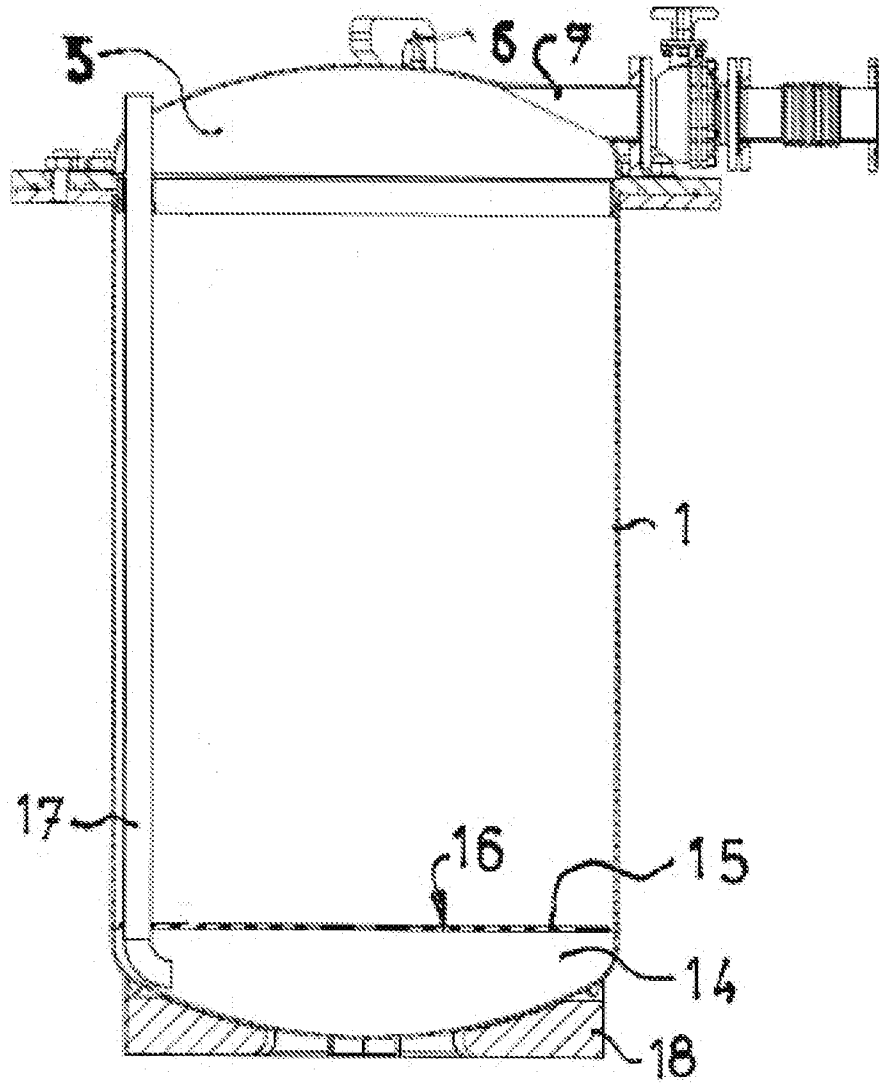
Obr. 4



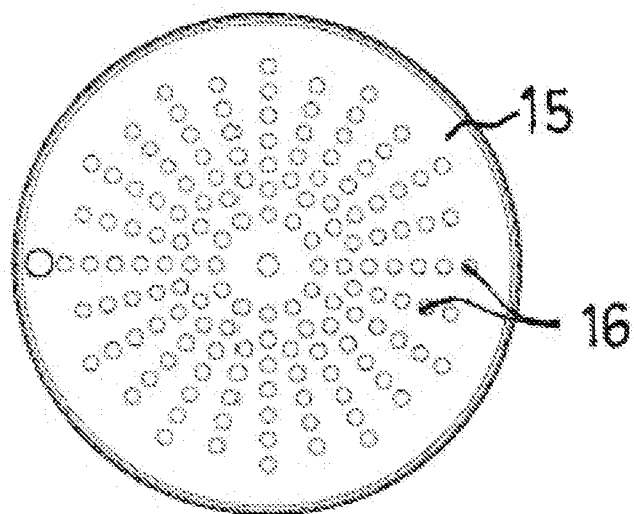
Obr. 5



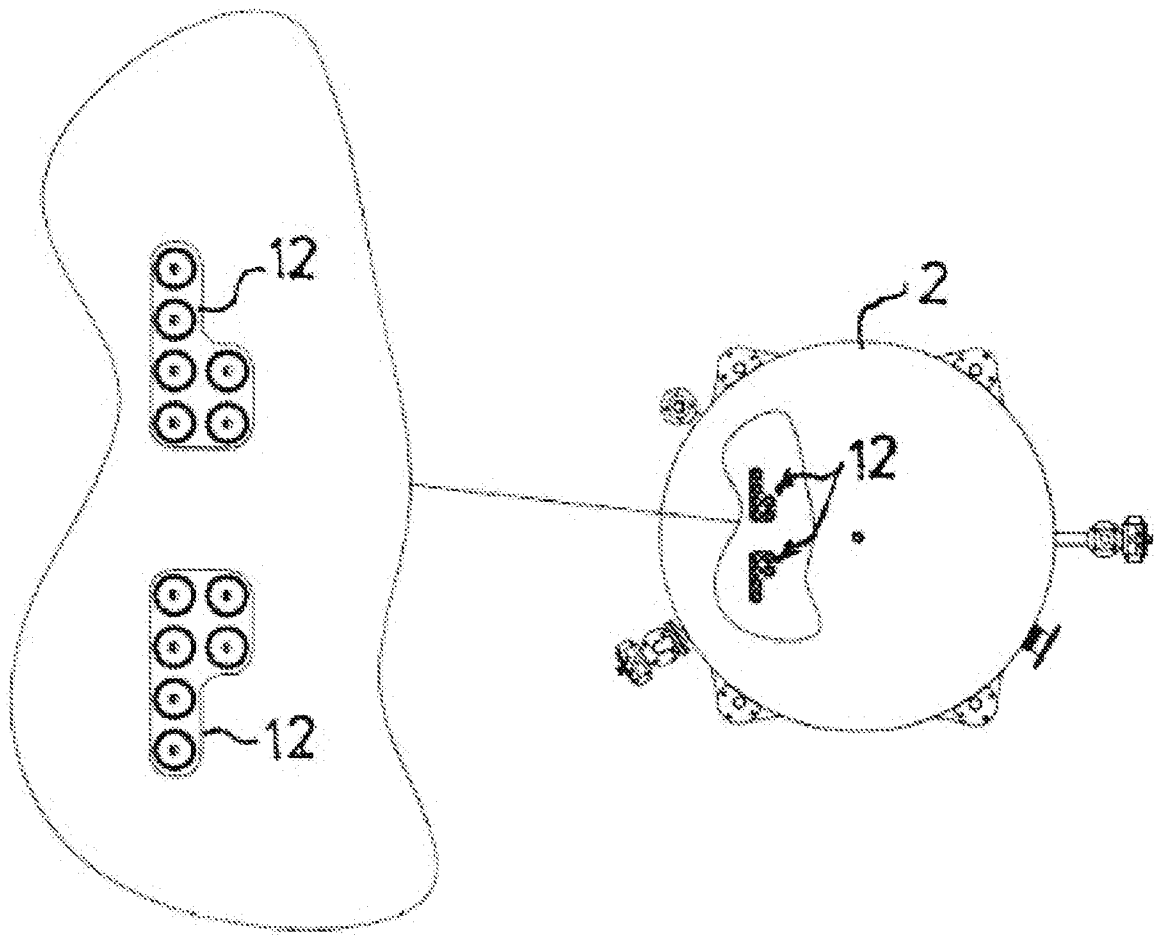
Obr. 6



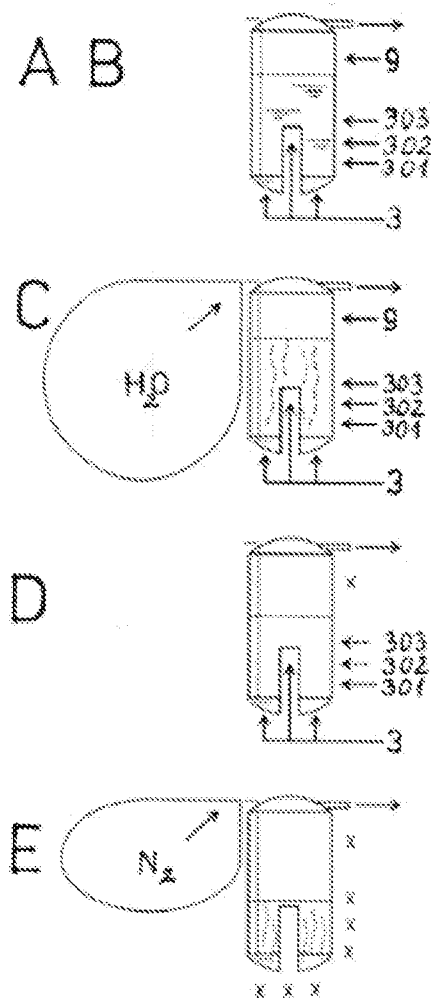
Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9



Obr. 10