

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

26037

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:
B01J 7/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013 - 28474**

(22) Přihlášeno: **17.09.2013**

(47) Zapsáno: **29.10.2013**

(73) Majitel:

DEKONTA, a.s., Stehelčevy, CZ
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha - Dejvice, CZ

(72) Původce:

Šváb Marek Doc. Ing. Ph.D., Lovosice, CZ
Váňová Helena Ing., Praha - Modřany, CZ
Cíahotný Karel Doc. Ing. CSc., Praha, CZ

(74) Zástupce:

PatentCentrum Sedlák a Partners s.r.o., Ing. Jiří Sedlák, Husova 5, České Budějovice,
37001

(54) Název užitého vzoru:

**Zařízení k provádění termochemické konverze organických látek na
plynné produkty a minerály**

CZ 26037 U1

Zařízení k provádění termochemické konverze organických látek na plynné produkty a minerály

Oblast techniky

5 Technické řešení se týká zařízení k provádění termochemické konverze organických látek na plynné produkty a minerály, zejména látek odpadních či biomasy, za pomoci vody uvedené do nadkritického stavu.

Dosavadní stav techniky

10 Je znám takzvaný suchý způsob zplyňování organických materiálů, při kterém se materiály určené ke zplyňování zahřívají na vysoké teploty v přítomnosti zplyňovacího média (např. vzduch, kyslík, vodní pára). Při tomto procesu vzniká takzvaný generátorový plyn, který slouží jako zdroj energie. Podmínkou účinného provádění tohoto způsobu je, aby byl materiál vysušený. Nevýhoda řešení spočívá v tom, že v případě zplyňování vlhkého materiálu dochází k energetickým ztrátám, neboť je značná část energie vynaložena na odpaření vody vázané v materiálu, a až následně dochází ke tvorbě generátorového plynu. Další nevýhoda spočívá v tom, že z nezplyňovaného mate-
 15 riálu a uvolněné vlhkosti vznikají dehty, které se usazují ve zplyňovacím zařízení a způsobují provozní problémy. Existují technologické prostředky, jak zařízení pro suchá zplyňování bránit před tvorbou dehtu, ale takové technologické prostředky zvyšují náklady k provádění tohoto způsobu.

20 Další známý způsob zpracování organického materiálu na plynné produkty pracuje na principu anaerobní fermentace. Při anaerobní fermentaci se organický materiál uskladní ve fermentoru bez přítomnosti vzduchu, přičemž nezáleží na tom, zda je materiál vysušený. Bakterie, které začnou rozkládat uložený materiál, produkují bioplyn, který je využíván jako zdroj energie. Zbylá nerozložená hmota je využita jako hnojivo. V průběhu fermentace dochází ke sterilizování zbylé hmoty, neboť bakterie při své činnosti produkují teplo, které překročí kritickou mez a zničí mikroorganismy ve zbylém materiálu. Nevýhoda řešení spočívá v tom, že zplyňování tímto způsobem je časově náročné, že nedochází k rozkladu všech organických látek, ale pouze látek biologicky odbouratelných, substrát nesmí obsahovat například toxické látky a že zařízení k provádění tohoto způsobu jsou drahá a náročná na prostor.

30 Jiný známý způsob využívá rozkladu organických látek na plyn za pomoci vody uvedené do kritického stavu. Voda v kritickém stavu má teplotu alespoň 374 °C a tlak 22 MPa, přičemž při přechodu do nadkritického stavu se ztratí rozdíl mezi kapalnou a plynnou fází vody. Z čínské patentové přihlášky CN 102765697 (A) je znám způsob výroby vodíku z vody obsahující vysokou koncentraci sinic. Voda s obsahem sinic je uvedena v reaktoru do kritického stavu, při kterém se rozpadají vazby organických sloučenin tvořících sinice za vzniku minerálů, vodíku a
 35 oxidu uhličitého. Následně je takto ošetřená voda ochlazená a je separován vodík, který slouží jako zdroj energie. Nevýhoda řešení spočívá v tom, že uvedený způsob není vhodný ke zpracování heterogenní biomasy, že není vhodný pro rozklad toxických organických látek a že je způsob časově náročný, protože vypěstování sinic v dostatečném množství vody o dostatečné koncentraci potřebuje svůj čas.

40 V jiném známém způsobu využívajícího vodu v kritickém nebo nadkritickém stavu pro výrobu plynu, který je uveden v korejském patentovém dokumentu KR 101135042 (B1), se vyrábí syntézní plyn z odpadní vody, která je vedlejším produktem při dehydrataci potravin. Voda se odvádí do přehříváče, odkud je přečerpána do reaktoru, ve kterém je vyroben syntézní plyn. Následně se zbylá voda s produkty konverzní reakce odvede do separátoru, odkud je syntézní plyn odlou-
 45 čen a použit jako zdroj energie. Nevýhody řešení spočívají v tom, že je zpracovávána odpadní voda, ve které je pouze jedna skupina organických odpadů, vznikajících při dehydrataci potravin. Způsob není určen k likvidaci všech organických odpadů od biomasy po toxické organické sloučeniny.

Podle evropského patentu EP 1862527 (B1) je znám způsob, který využívá vodu uvedenou do kritického stavu při zpracování těžkých uhlovodíků obsažených v ropných olejích. Při provádění způsobu se vytvoří emulze vody a ropného oleje, která se uvede do kritického stavu vody, přičemž vznikají lehké uhlovodíky, které se separují. Nevýhoda řešení spočívá v tom, že způsob
 5 neřeší bezpečnou likvidaci odpadních organických látek, ale zabývá se pouze výrobou lehkých uhlovodíků z těžkých ropných frakcí.

Úkolem technického řešení je vytvoření zařízení k provádění termochemické konverze organických látek na plynné produkty a minerály, které by bylo prostorově a investičně méně náročné, a které by bylo schopné kontinuálního provozu s rychlejší likvidací organických látek.

10 Podstata technického řešení

Vytčený úkol je vyřešen vytvořením zařízením pro termochemickou konverzi organických látek na plynné produkty a minerály pomocí vody uvedené do nadkritického stavu sestávající ze zdroje vodné suspenze s obsahem organických látek, z alespoň jednoho reaktoru pro uvedení vodné suspenze do nadkritického stavu a pro aktivování procesu termochemické konverze organických
 15 látek a z alespoň jednoho zařízení pro separaci produktů termochemické konverze.

Podstata technického řešení spočívá v tom, že zdroj vodné suspenze je potrubím propojený s vysokotlakým čerpadlem, které je potrubím připojeno ke vstupu reaktoru a výstup reaktoru je propojen potrubím s alespoň jedním ochlazovacím výměníkem pro ochlazení vody obsahující produkty termochemické konverze, který je potrubím propojen se zařízením pro separaci plyn-
 20 ných a minerálních produktů. Výhoda spočívá v tom, že termochemická konverze organických látek probíhá kontinuálně.

V dalším výhodném provedení zařízení podle technického řešení je k potrubí v úseku mezi vysokotlakým čerpadlem a vstupem do reaktoru uspořádán rekuperační tepelný výměník pro předehřátí vodné suspenze, kterým potrubí vedoucí vodnou suspenzi do reaktoru prochází, přičemž je rekuperační tepelný výměník připojený k úseku potrubí mezi výstupem z reaktoru a ochlazovacím tepelným výměníkem pro přenos tepla z horké vody obsahující produkty termochemické konverze do vodné suspenze. Výhoda spočívá v tom, že voda obsahující produkty odevzdá své teplo přes rekuperační výměník nově přičerpané vodné suspenzi směřující do reaktoru. Tím se ušetří energie v samotném reaktoru, neboť topné pece pro ohřev nemusí překonávat velký teplotní
 30 rozdíl.

V jiném dalším výhodném provedení zařízení podle technického řešení je reaktor tvořen potrubím procházejícím alespoň jednou pecí, zejména elektrickou pecí nebo plynovou pecí. Elektrická pec se déle rozehřívá, ale následně drží teplotu stabilněji a lépe se reguluje než plynová pec, na druhou stranu vytápění plynem je levnější.

V jiném dalším výhodném provedení zařízení podle technického řešení má pec nestejnoměrně rozložený topný výkon po délce potrubí reaktoru. Výhoda spočívá v tom, že procházející vodná suspenze je ohřívána nestejnoměrně, čímž se úmyslně ovlivňuje průběh chemických reakcí probíhajících ve vodné suspenzi.

V jiném dalším výhodném provedení zařízení podle technického řešení je zdroj vodné suspenze tvořen alespoň jednou nádrží opatřenou alespoň jedním zdrojem vody, alespoň jedním dávkovačem organických látek, alespoň jedním míchadlem a alespoň jedním dávkovačem katalyzátoru. Výhoda spočívá v tom, že je možné v nádrži připravit specifickou vodnou suspenzi určenou k termochemické konverzi, přičemž je zařízení dostatečně zásobováno pro kontinuální odběr vodné suspenze.

V jiném dalším výhodném provedení zařízení podle technického řešení je výstup hořlavého plynného produktu ze separačního zařízení připojen k plynové peci reaktoru. Výhoda spočívá v tom, že se ušetří náklady na vytápění reaktoru.

Výhody zařízení podle technického řešení spočívají v tom, že proces termochemické konverze je kontinuální, že výsledné produkty jsou čisté bez příměsí, že dochází k úplné detoxikaci a sterili-

zaci vodné suspenze, že je možné rozkládat všechny druhy organických látek, že stavba zařízení není náročná na prostor a finanční prostředky a že zařízení využívá vlastní plynné produkty.

Objasnění výkresů

5 Technické řešení bude blíže osvětleno pomocí obr. 1, na němž je schematicky znázorněno zařízení pro termochemickou konverzi organických látek.

Příklady uskutečnění technického řešení

10 Rozumí se, že jednotlivá uskutečnění technického řešení jsou představována pro ilustraci, nikoli jako omezení technického řešení na výčet zde uvedených příkladů provedení. Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zjistit za použití rutinního experimentování mnoho ekvivalentů ke specifickým uskutečněním technického řešení, která jsou zde speciálně popsána. I tyto ekvivalenty budou zahrnuty v rozsahu následujících nároků na ochranu.

15 Zařízení 1 pro termochemickou konverzi organických látek, které je schematicky vyobrazeno na obr. 1, zahrnuje zdroj 2 vodné suspenze obsahující organické látky. Jako zdroj 2 vodné suspenze pro zásobování zařízení 1 poslouží nádrž 9 z nerezové oceli, která je připojena k vodnímu zdroji 10, např. k vodovodnímu řadu.

20 Do nádrže 9 je dále vyústěn dávkovač 11 organických látek. Dávkovač 11 organických látek může být barel obsahující toxické látky určené k likvidaci, ze kterého je dávkováno patřičné množství toxických organických látek do nádrže 9 s vodou, nebo dávkovačem 11 může být celé zařízení pro zpracování odpadní biomasy, zahrnující drtič, síto a dávkovací dopravník. Dále je součástí nádrže 9 dávkovač 13 katalyzátoru, kterým se vodná suspenze obohacuje pro lepší průběh termochemické konverze. Nádrž 9 je vybavena míchadlem 12, které je vyrobeno jako mechanicky poháněná ponorná vrtule.

25 K nádrži 9 je připojeno potrubí 5 vyrobené z nerezové oceli, nebo slitiny Inconel, Hastelloy, či Incoloy. Potrubí 5 je přišroubováno k vysokotlakému čerpadlu 6, které slouží k hnaní vodné suspenze zařízením 1 a tak umožňuje zvýšení tlaku vodní suspenze na nadkritickou hodnotu vody. Čerpadlo 6 je schopno vyvinout tlak až o maximální hodnotě 40 MPa.

30 Z čerpadla 6 je potrubí 5 vedeno skrz rekuperační tepelný výměník 8 na vstup reaktoru 3. Rekuperační tepelný výměník 8 je trubkový, přičemž vnitřní trubkou prochází nová vodná suspenze, která přijímá teplo vyzařované ze stěn vnitřní trubky rekuperačního tepelného výměníku 8. Vodná suspenze, která je dotlačena na vstup reaktoru 3, je již přehřátá na vyšší teplotu. Reaktor 3 opouští již voda s obsahem produktů termochemické konverze o vysoké teplotě v řádech stovek stupňů celsia. Tato voda je vedena členitým pláštěm rekuperačního tepelného výměníku 8 tak, aby předala své teplo skrz stěnu trubky do nové vodné suspenze.

35 Reaktor 3 zahrnuje potrubí 5, které prochází dvěma elektrickými pecemi 14. Každá elektrická pec 14 zvýší teplotu vodné suspenze, čímž uvede vodu do nadkritického stavu a ve vodě proběhne termochemická konverze obsažených organických látek na směs plynů.

Voda obsahující finální produkty termochemické konverze, která opouští rekuperační tepelný výměník 8, je potrubím 5 odvedena do ochlazovacího výměníku 7, kde je její teplota snížena na přijatelnou bezpečnou hodnotu. Chlazení zajišťuje uzavřený vodní okruh s chladicí věží.

40 Dochlazená voda obsahující produkty termochemické konverze je odvedena do separačního zařízení 4, kde jsou pomocí změny tlaku odděleny plynné produkty, voda a anorganické soli. Voda se vypustí do kanalizace, plynné produkty se zpracují a anorganické soli jsou použity jako hnojivo.

V jiném nevyobrazeném příkladu provedení je součástí reaktoru 3 plynová pec 14, která je opatřena plynovými hořáky. Plyn spalovaný v plynové peci 14 je přiváděn ze separačního zařízení 4.

45 V dalším nevyobrazeném příkladu provedení není teplota v reaktoru 3 konstantní. Za vstupem do reaktoru 3 je teplota v peci 14 o 35 % vyšší, než je teplota v peci 14 před výstupem potrubí 5 z reaktoru 3.

Příklad 1

Předem připravená vodní směs/emulze organických látek o celkovém objemu cca 1500 dm³ (složení emulze: voda + 5 až 20 % hmotn. organických sloučenin) byla kontinuálně dávkována o průtoku 1 až 3 dm³/min za pomoci vysokotlakého čerpadla 6 ze zásobní nádrže 9 do výměníku 8, kde byla v potrubí 5 předehřátá na teplotu okolo 360 až 390 °C (v závislosti na rychlosti průtoku a obsahu organických látek). Směs dále vstoupila do reaktoru 3, kde byla při průchodu dvěma částmi reaktoru v potrubí 5 ohřátá na teplotu 600 až 700 °C. Voda a produkty termochemické konverze dále vstoupily do výměníku 8, kde se ochladily na teplotu pod 200 až 250 °C, potrubím 5 byly dále odvedeny do ochlazovacího výměníku 7, kde byla jejich teplota snížena na hodnotu pod 50 °C. V napojeném potrubí 5 separátoru 4 probíhalo v několika stupních snížení tlaku a oddělení plynu bohatého na směs hořlavých plynů (hlavně H₂, CO, případně menší množství etanu a dalších uhlovodíků) od vody s přítomnými anorganickými solemi. Hořlavý plyn, převážně obsahující vodík, byl po jeho filtraci spalován v plynovém hořáku jako zdroj tepla. Složení a množství hořlavého plynu se pohybovalo v rozmezí 50 až 250 dm³/l vstupní emulze (v závislosti na jejím složení). Ochlazená voda po odstranění nerozpustných pevných částic byla vypouštěna do kanalizace anebo byla recyklována pro přípravu vstupní emulze.

Příklad 2

Postup uvedený v příkladu 1 byl s použitím dávkovacího zařízení 11 použit pro zplyňování suspenze obsahující anaerobní (sekundární) vodárenský kal a organické odpadní materiály biologického původu (potravinářské odpady). Celková koncentrace sušiny ve vodě byla okolo 15 % hmotn. Do suspenze bylo také přidáno určité množství látek (0,02 % hmotn.) zlepšujících tvorbu a stabilitu vodní suspenze. Teplota v reaktoru 3 se pohybovala v rozmezí 600 až 650 °C, složení hořlavého plynu bylo závislé na typu materiálu pro přípravu suspenze, jeho produkce se pohybovaly okolo 140 dm³/l pro vodárenský kal a 240 dm³/l pro potravinářské odpady. Pevné suspendované sloučeniny anorganického charakteru z vychlazené vody byly odstraněny na filtru. Největší množství 3,6 kg/h bylo zachyceno v případě zpracování suspenze s vodárenským kalem. Vychlazená voda po její filtraci byla vypouštěna do kanalizace nebo použita pro výrobu vstupní suspenze.

Příklad 3

Postup uvedený v příkladu 1 byl použit pro výrobu hořlavého plynu bohatého na vodík. Experimenty se prováděly se stejnou vstupní emulzí jako v příkladu 1 (20 % hmotn.) a při stejných teplotách v reaktoru 3 (600 °C). Pro zvýšení výtěžku vodíku v hořlavém plynu bylo do připravované emulze přidáno určité množství katalyzátoru z dávkovače 13 a to 0,1 až 1 % hmotn. v závislosti na typu použitého katalyzátoru. Jako katalyzátory byly použity hydroxidy a uhličitany (NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Na₂CO₃, K₂CO₃, KHCO₃). Přítomnost katalyzátoru zvýšila o 10 až 50 % produkci hořlavého plynu, obsahující více než 90 % H₂.

Průmyslová využitelnost

Zařízení k provádění termochemické konverze organických látek na plynné produkty a minerály je určeno k čištění nevyužitelných vodných suspenzí, k dezinfekci a sterilizaci odpadních vod a k výrobě ekologického a obnovitelného zdroje energie.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení (1) pro termochemickou konverzi organických látek na plynné produkty a minerály pomocí vody uvedené do nadkritického stavu sestávající ze zdroje (2) vodné suspenze s obsahem organických látek, z alespoň jednoho reaktoru (3) pro uvedení vodné suspenze do nadkritického stavu a aktivování procesu termochemické konverze organických látek a z alespoň

jednoho zařízení (4) pro separaci produktů termochemické konverze, **vyznačující se tím**, že zdroj (2) vodné suspenze je potrubím (5) propojený s vysokotlakým čerpadlem (6), které je potrubím (5) připojeno ke vstupu reaktoru (3) a výstup reaktoru (3) je propojen potrubím (5) s ochlazovacím tepelným výměníkem (7) pro ochlazení vody obsahující produkty termochemické konverze, který je potrubím (5) propojen se zařízením (4) pro separaci plyných a minerálních produktů.

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že k potrubí (5) v úseku mezi vysokotlakým čerpadlem (6) a vstupem do reaktoru (3) je uspořádán rekuperační tepelný výměník (8) pro předeřtí vodné suspenze, kterým potrubí (5) vedoucí vodnou suspenzi do reaktoru (3) prochází, přičemž je rekuperační tepelný výměník (8) připojený k úseku potrubí (5) mezi výstupem z reaktoru (3) a ochlazovacím tepelným výměníkem (7) pro přenos tepla z horké vody obsahující produkty termochemické konverze do vodné suspenze.

3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že reaktor (3) je tvořen potrubím (5) procházejícím alespoň jednou pecí (14), zejména elektrickou pecí nebo plynovou pecí.

4. Zařízení podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že pec (14) má nestejně rozložený topný výkon po délce potrubí (5) uloženého v reaktoru (3).

5. Zařízení podle alespoň jednoho z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že zdroj (2) vodné suspenze je tvořen alespoň jednou nádrží (9) opatřenou alespoň jedním zdrojem (10) vody, alespoň jedním dávkovačem (11) organických látek, alespoň jedním míchadlem (12) a alespoň jedním dávkovačem katalyzátoru (13).

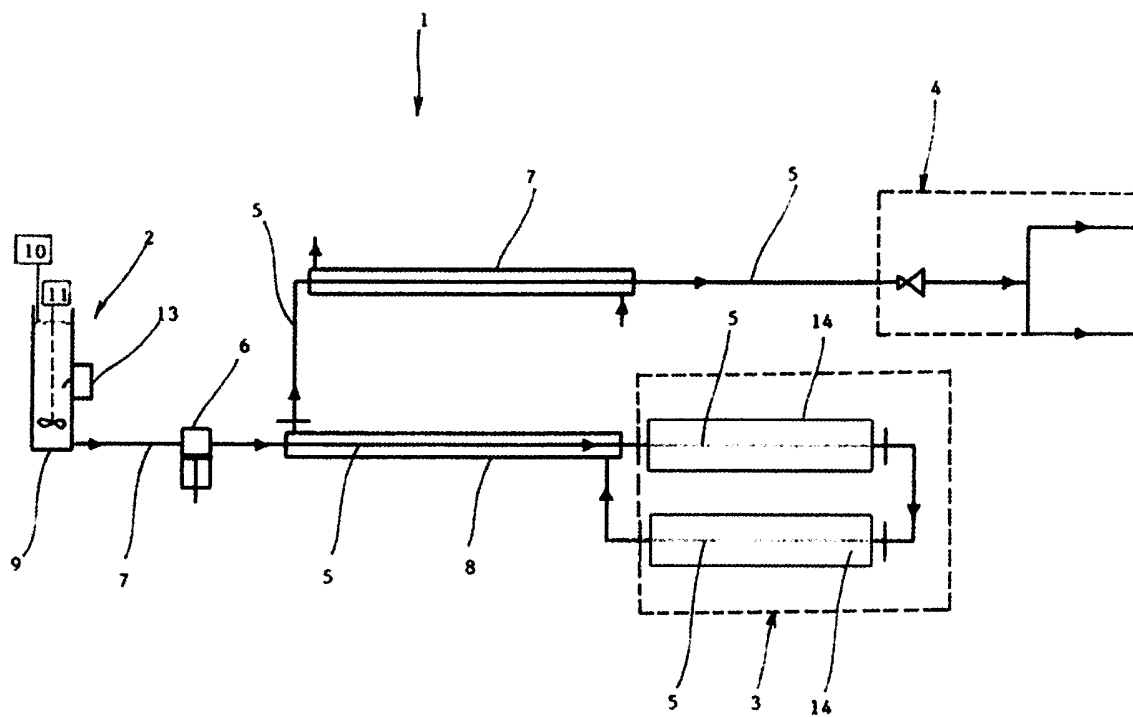
6. Zařízení podle alespoň jednoho z nároků 3 až 5, **vyznačující se tím**, že výstup hořlavého plynu ze separačního zařízení (4) je připojen k plynové peci (14) reaktoru (3).

25

1 výkres

Přehled vztahových značek:

- | | | |
|----|----|--------------------------------------|
| | 1 | zařízení pro termochemickou konverzi |
| | 2 | zdroj vodné suspenze |
| 30 | 3 | reaktor |
| | 4 | zařízení pro separaci produktů |
| | 5 | potrubí |
| | 6 | vysokotlaké čerpadlo |
| | 7 | ochlazovací tepelný výměník |
| 35 | 8 | rekuperační tepelný výměník |
| | 9 | nádrž |
| | 10 | vodní zdroj |
| | 11 | dávkovač organických látek |
| | 12 | míchadlo |
| 40 | 13 | dávkovač katalyzátoru |
| | 14 | pec. |



OBR. 1

Konec dokumentu