

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

31 766

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C01B 32/36 (2017.01)
C01B 32/366 (2017.01)
G01N 33/00 (2006.01)
B01L 99/00 (2010.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-34858**
(22) Přihlášeno: **10.04.2018**
(47) Zapsáno: **07.05.2018**

- (73) Majitel:
DEKONTA, a.s., Dřetovice, CZ
Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.,
Praha 8, Libeň, CZ
- (72) Původce:
doc. Ing. Marek Šváb, Ph.D., Jenčice, CZ
Ing. Mgr. Martina Švábová, Ph.D., Rostoky, CZ
- (74) Zástupce:
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Husova tř.
1847/5, 370 01 České Budějovice, České
Budějovice 3

- (54) Název užitého vzoru:
**Experimentální zařízení pro testy
regenerace a/nebo reaktivace aktivního uhlí**

CZ 31766 U1

Experimentální zařízení pro testy regenerace a/nebo reaktivace aktivního uhlí

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká experimentálního zařízení pro testy regenerace a/nebo reaktivace aktivního uhlí.

Dosavadní stav techniky

10

Základní vlastností aktivního uhlí, která umožňuje jeho širokou aplikaci v sorpčních procesech, je jeho vysoká hodnota povrchu, typicky 400 až 1500 m²/g. Vlastnosti jednotlivých produktů se liší podle suroviny nebo způsobu výroby. Surovinou pro výrobu aktivního uhlí může být uhlí, dřevo, rašelina, odpadní produkty rostlinného původu nebo případně odpadní kaly.

15

Regenerace aktivního uhlí metodou termické desorpce využívá tepelnou energii k přerušení interakce adsorbent-adsorbát na všech typech adsorpčních míst, aniž by docházelo k degradaci adsorbátu. Metoda je běžně využívána k regeneraci aktivních uhlí exponovaných těkavými organickými látkami (VOCs) využívaných jako rozpouštědla v řadě průmyslových aplikací, např. při redukcí emisí VOCs do atmosféry. Provedení procesu termické desorpce je založeno na zařízeních využívajících inertní plyn, nízkoteplotní páry a elektrické energie. Inertní plyn N₂, případně Ar zde slouží jednak k ohřevu regenerovaného sorbentu a jednak k vypuzení neboli profouknutí desorbovaných látek mimo sorbent. Teplota desorpce nepřesahuje 300 °C a adsorbát je odstraněn výhradně desorpcí bez jeho rozkladu. Mezi nevýhody zařízení využívající k regeneraci sorbentu inertních plynů patří významné naředění adsorbátu velkým množstvím plynu. Při pevné vazbě a/nebo nedostatečné teplotě nemusí být regenerace sorbentu úplná.

20

25

Zařízení využívající inertní plyn mohou být nahrazeny dalšími známými zařízeními pro regeneraci sorbentů, která využívají nízkoteplotní páru do cca 200 °C, kdy pára slouží jako teponosné médium s vyšší tepelnou kapacitou nežli inertní plyny. Při těchto teplotách ještě nedochází ke zplyňovacím procesům. Před ohřátím celého objemu sorbentu dochází díky ochlazení páry na studených částicích sorbentu k částečné kondenzaci, přičemž kondenzační teplo přispívá k ohřevu sorbentu. Postupně však opět dochází k výparu. Vodní pára se na povrch sorbentu rovněž adsorbuje, čímž dochází k vytěšňování dalších podílů adsorbátu. Oba efekty přispívají odstranění adsorbátu. Na druhou stranu je však voda stále adsorbována, a to i po opětovném vypaření zkondenzovaných podílů. Výsledný regenerovaný sorbent obsahuje zbytkovou vlhkost, což negativně ovlivňuje jeho další sorpční schopnosti. Další nevýhoda těchto zařízení spočívá v jejich limitované účinnosti, kdy dosahované účinnosti desorpce činí obvykle kolem 80 %.

35

40

Další známá zařízení pro regeneraci sorbentů využívají nízkonapětového elektrického proudu k ohřevu sorbentu, který se tudíž neodehrává vnějším, ale přímo vnitřním zdrojem. Elektrická energie se mění přímo v teplo díky odporovému ohřevu, resp. elektrickému odporu uhlíkatých materiálů. Zvýšená teplota vede k desorpci adsorbátu do plynné fáze. Ta je odstraněna inertním plynem nebo evakuací. Zásadní nevýhodou je ovšem nepoužitelnost na tradiční formy aktivního uhlí, jako jsou granulované, zrněné, práškové. Problém vychází z omezeného kontaktu jednotlivých částic materiálu, který znemožňuje dosažení stejnoměrné teploty v celém objemu sorbentu. Metoda je použitelná pouze pro jiné formy sorbentu.

45

50

Další známá zařízení pro regeneraci sorbentů využívají kombinaci termické desorpce a termického rozkladu. K danému účelu je využíván horký inertní plyn, ovšem při vyšší teplotě než při prosté desorpci. Tato zařízení jsou vhodná pro látky, které nejsou snadno desorbovatelné v původní formě. Jsou však lehce termicky rozložitelné na povrchu sorbentu a produkty jsou těkavé a snadno desorbovatelné. Malý podíl však zůstává v podobě uhlíkatých reziduí na

55

sorbentu. Do této skupiny patří látky s relativně vyšší teplotou varu, které ochotně podléhají rozkladu. Příkladem jsou polyethylenylykoly. Existují také další metody založené na využití ultrazvuku nebo mikrovlnného ohřevu. Mikrovlnný ohřev může poskytnout rychlý a homogenní ohřev sorbentu, kdy lze během doby v řádu minut dosáhnout teploty vyšší než 1000 °C.

5 Vzhledem k podstatě tohoto typu ohřevu, tedy ohřevu částic na molekulární úrovni, lze potřebné teploty dosáhnout za menší spotřeby energie než při tradičních způsobech ohřevu inertním plynem nebo párou.

Z principu není možné pro různé typy aktivního uhlí, a především pro různé adsorbáty použít stejnou metodu regenerace, lišit se musí minimálně teplotou, a to ve dvou směrech: pro velmi

10 těkavé látky postačuje teplota mnohem nižší než pro látky méně těkavé, a to i v rámci kategorie VOCs; pro látky výševroucí podléhající rozkladu je nutné použít teplotu podstatně vyšší nežli první stovky °C. Rozdílná je pro různé adsorbáty i potřebná doba regenerace.

Úkolem technického řešení je odstranění výše uvedených nedostatků a vytvoření experimentálního zařízení pro testy regenerace a/nebo reaktivace aktivního uhlí, které by umožnilo testy regenerace a/nebo reaktivace aktivního uhlí v širokém spektru potřebných parametrů a s různými způsoby ohřevu včetně využití mikrovln, které by tedy optimalizovalo a zefektivnilo regeneraci aktivního uhlí, čímž by docházelo ke snížení nákladů.

15

Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky odstraňuje experimentální zařízení pro testy regenerace a/nebo reaktivace aktivního uhlí podle tohoto technického řešení. Zařízení zahrnuje reaktor pro plnění

25 aktivním uhlím a alespoň jeden prostředek pro ohřev náplně reaktoru. Podstata technického řešení spočívá v tom, že reaktor je vytvořený jako horizontální rotační reaktor. Aktivní uhlí se v reaktoru díky tomuto uspořádání pohybuje, díky čemuž postupně probíhají reakce na veškerém povrchu částic. Prostředek pro ohřev náplně reaktoru je tvořen elektrickým zařízením a/nebo

30 magnetronem s vlnovodem generující mikrovlny nebo hořákem. Variantně tedy existuje možnost nahrazení vlnovodu s magnetronem hořákem pro testy přímého ohřevu při zachování možnosti dodatečného přídavku páry jako při duplikátorovém ohřevu. Rozměry uložení vlnovodu ve stěně reaktoru budou takové, aby bylo zabráněno úniku mikrovln do okolí. Ohřev obsahu reaktoru je tedy uzpůsoben až na teploty do 900 °C, čímž je zajištěna regenerace, středněteplotní regenerace

35 i reaktivace aktivního uhlí. Zařízení dále zahrnuje alespoň jeden zdroj páry a alespoň jeden zdroj dusíku pro vytvoření inertní atmosféry, kde zdroj páry a zdroj dusíku jsou napojené do vnitřního prostoru reaktoru. Jako zdroj páry bude sloužit dle potřeb buď varná baňka v topném hnízde s kalibrovanou stupnicí, případně parní generátor, který zajišťuje možnost definovaného přídavku přehřáté vodní páry coby aktivačního neboli zplyňovacího média. Dusík bude kromě udržení

40 inertní atmosféry v reaktoru sloužit i jako ochrana před znečištěním okénka pro vstup mikrovln z magnetronu a dále pro naředení páry před vstupem do reaktoru, kde se snížením jejího parciálního tlaku omezí riziko kondenzace. Zařízení dále zahrnuje alespoň jednu absorpční chladicí kolonu napojenou na výstup znečištěných plynů z reaktoru, kde absorpční chladicí kolona je opatřena výstupem plynů zbavených nečistot ze zařízení a odkalovací nádrží.

45 Absorpční chladicí kolona je konstruována jako skrápěná kolona, přičemž voda bude chlazena přímo glykolovým chladicím okruhem.

Ve výhodném provedení je magnetron opatřen vodním nebo glykolovým chladicím okruhem, tudíž chlazení magnetronu je zajištěno vodním okruhem, ovšem přebytečné teplo bude mařeno

50 do glykolového chladicího okruhu.

Hořák je s výhodou opatřen zdrojem zemního plynu nebo zdrojem propan-butanu a dále je zařízení opatřeno spalínovým ventilátorem.

Reaktor je s výhodou válcový a je opatřen ve vnějším prostoru pláště odtahem horkého vzduchu tvořeným odtahovou záklopkou a odtahovým otvorem uspořádanými protilehle. Odtahový otvor je opatřen odtahovým ventilátorem pro zesílení komínového efektu. Jedná se o řešení havarijního chlazení reaktoru v případě potřeby. Spalinový ventilátor bude v případě přímého ohřevu obsahu reaktoru hořákem zajišťovat správné hodnoty podtlaku odtahem spalin.

Prostředek pro ohřev náplně reaktoru, zdroj páry a zdroj dusíku jsou ve výhodném provedení uspořádány v podstavě válcovitého reaktoru v ose jeho otáčení. Reaktor bude otevíratelný, přičemž z podstavy reaktoru bude umožněn přístup do reaktoru pro plnění, vyprázdnění, čištění atd. Rychlost rotace reaktoru bude regulována v rozsahu 0 až 2 otáčky/min.

Výstupní plyny budou vedeny do absorpční chladicí kolony pro zchlazení a odstranění prachových částic a jiných nečistot. Ochlazené plyny budou vedeny variantně skrze spalínový ventilátor do výstupu plynů zbavených nečistot ze zařízení a do komína s možností odběru vzorků.

Výhody experimentálního zařízení pro testy regenerace a/nebo reaktivace aktivního uhlí podle tohoto technického řešení spočívají zejména v tom, že zařízení je schopno pracovat v širokém spektru potřebných parametrů a s různými způsoby ohřevu včetně využití mikrovln, tudíž optimalizuje a zefektivňuje regeneraci aktivního uhlí a zároveň tak dochází ke snížení nákladů za regeneraci a/nebo reaktivaci aktivního uhlí.

Objasnění výkresů

Uvedené technické řešení bude blíže objasněno na následujících vyobrazeních, kde:

obr. 1 znázorňuje schéma experimentálního zařízení pro testy regenerace a/nebo reaktivace aktivního uhlí.

Příklad uskutečnění technického řešení

Základem experimentálního zařízení 1 pro testy regenerace a/nebo reaktivace aktivního uhlí 2 podle tohoto technického řešení je horizontální pomaloběžný rotační reaktor 3, který bude plněn aktivním uhlím 2 k regeneraci a/nebo reaktivaci. Rychlost rotace reaktoru 3 je regulována v rozsahu 0 až 2 otáčky/min. Jako přijatelný objem reaktoru 3 se z konstrukčního hlediska ukázal být 118 l s délkou 60 cm a průměr 50 cm. Při plnění sytkým materiálem do výšky 19 cm odpovídá efektivní objem náplně 41 l.

Reaktor 3 je vyhříván elektrickým zařízením 4 skrze plášť reaktoru 3 radiačním ohřevem. Dále je v ose rotace reaktoru 3 umístěn vlnovod 6 spojený s magnetronem 5 generujícím mikrovlny (6 kW). Rozměry uložení vlnovodu 6 ve stěně reaktoru 3 jsou takové, aby bylo zabráněno úniku mikrovln do okolí. Magnetron je opatřen vodním chladícím okruhem 14. Oba způsoby ohřevu, tedy elektrický i mikrovlnný bude možné testovat odděleně nebo v libovolné kombinaci. Variantně v jiném příkladu provedení existuje možnost nahrazení vlnovodu 6 s magnetronem 5 hořákem na zemní plyn nebo propan-butan (8 kW) pro testy přímého ohřevu při zachování možnosti dodatečného přídavku páry. Pro tuto konfiguraci je zařízení opatřeno spalínovým ventilátorem 18.

Reaktor 3 je inertizován dusíkem dodávaným ze zdroje 9 dusíku z tlakové lahve nebo generátoru předpokládaným průtokem do 5 l/min (101,3 kPa, 20 °C). Dusík bude kromě udržení inertní atmosféry v reaktoru 3 sloužit i jako ochrana před znečištěním okénka pro vstup mikrovln z magnetronu 5 do vlnovodu 6 a dále pro nařazení páry před vstupem ze zdroje 8 páry do reaktoru 3, kde se snížením jejího parciálního tlaku omezí riziko kondenzace. Pára bude před

vstupem reaktoru 3 předeřtá na cca 150 až 200 °C. Jako zdroj 8 páry slouží varná baňka v topném hníždě s kalibrovanou stupnicí. V jiném příkladu provedení je jako zdroj 8 páry použit parní generátor.

- 5 Plášť válcového reaktoru 3, ve kterém je umístěno elektrické topení 4 s výkonem 12,6 kW, je osazen ovládaným odtahem horkého vzduchu tvořeným odtahovou záklopkou 15 a odtahovým otvorem 16 uspořádanými protilehle proti sobě, kde odtah horkého vzduchu je proveden komínovým efektem s možností podpory odtahového ventilátoru 17. Jedná se o řešení havarijního chlazení reaktoru 3 v případě potřeby. Reaktor 3 je otevíratelný z čela reaktoru 3,
10 tedy z jeho podstavy, kde je umožněn plnicím otvorem přístup do reaktoru 3 pro jeho plnění, vyprázdnění, čištění atd.

- Výstupní plyny jsou vedeny z reaktoru 3 výstupem 11 znečištěných plynů do absorpční chladicí kolony 10 pro zchlazení a odstranění prachových částic a jiných nečistot a následně jsou vedeny
15 do výstupu 12 plynů zbavených nečistot ze zařízení. Absorpční chladicí kolona 10 je opatřena odkalovací nádrží 13, do které je zachytávána skrápěcí a kondenzovaná voda. Absorpční chladicí kolona je chlazená přímo glykolovým chladicím okruhem 19. Mezi reaktorem 3 a absorpční chladicí kolonou 10 je uspořádán odběr 7 vzorků plynu, kde je možné sledovat složení na výstupu 11 znečištěných plynů z reaktoru 3.

20

NÁROKY NA OCHRANU

25

1. Experimentální zařízení (1) pro testy regenerace a/nebo reaktivace aktivního uhlí (2) zahrnuje reaktor (3) pro plnění aktivním uhlím (2) a alespoň jeden prostředek pro ohřev náplně reaktoru (3), **vyznačující se tím**, že reaktor (3) je vytvořený jako horizontální rotační reaktor (3),
30 prostředek pro ohřev náplně reaktoru (3) je tvořen elektrickým topením (4) a/nebo magnetronem (5) s vlnovodem (6) generující mikrovlny nebo hořákem, zařízení (1) dále zahrnuje alespoň jeden zdroj (8) páry a alespoň jeden zdroj (9) dusíku pro vytvoření inertní atmosféry, kde zdroj (8) páry a zdroj (9) dusíku jsou napojené do vnitřního prostoru reaktoru (3), dále zahrnuje alespoň jednu absorpční chladicí kolonu (10) napojenou na výstup (11) znečištěných plynů z reaktoru (3), přičemž absorpční chladicí kolona (10) je opatřena výstupem (12) plynů zbavených nečistot ze
35 zařízení (1) a odkalovací nádrží (13).

2. Experimentální zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že magnetron (5) je opatřen vodním nebo glykolovým chladicím okruhem (14).

- 40 3. Experimentální zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že hořák je opatřen zdrojem zemního plynu nebo zdrojem propan-butanu a dále je zařízení opatřeno spalínovým ventilátorem (18).

- 45 4. Experimentální zařízení podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že reaktor (3) je válcový a je opatřen ve svém plášti odtahem horkého vzduchu tvořeným odtahovou záklopkou (15) a odtahovým otvorem (16) uspořádanými protilehle.

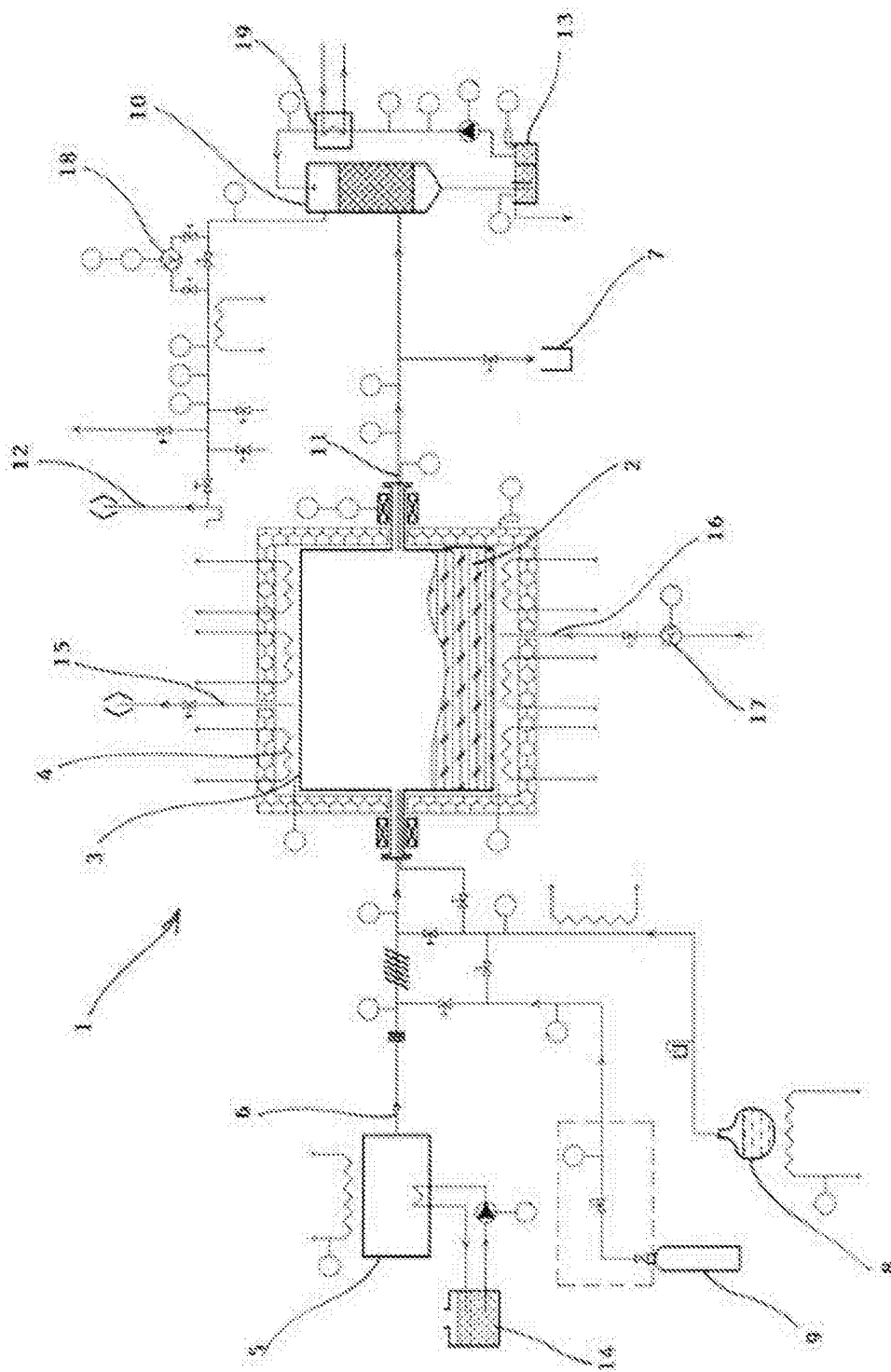
5. Experimentální zařízení podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že odtahový otvor (16) je opatřen odtahovým ventilátorem (17) pro podporu komínového efektu v reaktoru (3).

50

6. Experimentální zařízení podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že prostředek pro ohřev náplně reaktoru (3), zdroj (8) páry a zdroj (9) dusíku jsou uspořádány v ose otáčení reaktoru (3).

Seznam vztahových značek:

	1	zařízení
	2	aktivní uhlí
	3	reaktor
5	4	elektrické topení
	5	magnetron
	6	vlnovod
	7	odběr vzorků plynu z reaktoru
	8	zdroj páry
10	9	zdroj dusíku
	10	absorpční chladicí kolona
	11	výstup znečištěných plynů z reaktoru
	12	výstup plynů zbavených nečistot ze zařízení
	13	odkalovací nádrž
15	14	chladicí okruh magnetronu
	15	odtahová záklopka
	16	odtahový otvor
	17	odtahový ventilátor
	18	spalinový ventilátor
20	19	chladicí okruh absorpční chladicí kolony.



Obr. 1

Konec dokumentu