

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

301 986

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

H05H 1/34 (2006.01)

B01J 19/10 (2006.01)

C01B 13/11 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2008-620**
(22) Přihlášeno: **15.10.2008**
(40) Zveřejněno: **28.04.2010**
(Věstník č. 17/2010)
(47) Uděleno: **19.07.2010**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **25.08.2010**
(Věstník č. 34/2010)

(56) Relevantní dokumenty:

JP 58204584; RU 2145139; CZ 295687.

(73) Majitel patentu:

České vysoké učení technické v Praze Fakulta
elektrotechnická, Praha, CZ

(72) Původce:

Bálek Rudolf Doc. Ing. CSc., Praha 10, CZ
Pekárek Stanislav Prof. Ing. CSc., Praha 4, CZ

(74) Zástupce:

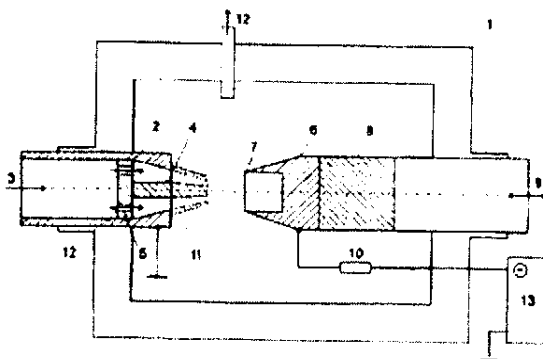
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, Chotutice, 28103

(54) Název vynálezu:

Plazmachemický reaktor

(57) Anotace:

Reaktor je tvořen výbojovou komorou (1), do které je z jedné strany zaústěna elektricky vodivá uzemněná kónická tryska (2) s vnějším trnem (4), jejíž druhý konec je uzpůsoben pro přívod stlačeného pracovního plynu, obvykle vzduchu. Z druhé strany, proti trysce (2) a souosé s ní je do výbojové komory (1) vyústěna elektricky vodivá elektroda tvořená rezonátorem (6), jehož válcová rezonanční dutina je opatřena ostrou hranou (7). Rezonátor (6) je elektricky oddělen od horizontálně posuvného mechanismu (9), teflonovým izolantem (8). Horizontálně posuvný mechanismus (9) umožňuje přesné nastavení vzdálenosti mezi kónickou tryskou (2) a rezonátorem (6). Rezonátor (6) je přes zatěžovací odpor (10) vodivě spojen se svorkou záporné polarity vysokonapěťového zdroje (13). Elektrický výboj hoří mezi kónickou tryskou (2) a ostrou hranou (7) rezonátoru (6).



CZ 301986 B6

Plazmachemický reaktor

Oblast techniky

Předkládané řešení se týká zařízení pro ovlivňování vlastností elektrického výboje ultrazvukovým polem generovaným supersonickým proudem plynu z trysky určeném pro environmentální aplikace jako generace ozónu, rozklad oxidů dusíku, a dekompozice těkavých uhlovodíků.

Dosavadní stav techniky

Environmentální aplikace jako je generace ozónu, rozklad oxidů dusíku případně dekompozice těkavých uhlovodíků jsou založeny na využití chemických reakcí. Reakční rychlosti těchto reakcí kromě závislosti na teplotě, koncentraci a míšení reakčních komponent, přítomnosti katalyzátorů a podobně, závisí také na tlaku v oblasti, ve které k těmto reakcím dochází. Lokální zvýšení tlaku v této oblasti je možné dosáhnout použitím ultrazvukových vln. Kromě toho lze reakční rychlosti ovlivnit ionizací komponent, do reakcí vstupujících. Ionizace těchto komponent je nejjednodušší dosáhnout elektrickými výboji. K ionizaci zde dochází v tzv. ionizační oblasti. Kombinací použití ultrazvukových vln a elektrického výboje lze dosáhnout synergetického jevu, který přináší nové perspektivy pro řadu výše uvedených praktických aplikací.

Je známé řešení podle patentu CZ 295 687, kde se výkonovým ultrazvukem buzeným pístovým měničem podstatně zvyšuje generace ozónu elektrickým výbojem, který hoří mezi tryskou a kmitající rovinou ultrazvukového měniče. Takové zařízení je tvořeno výbojovou komorou, do které je z jedné strany zaústěna svým hrotem dutá jehla, jejíž druhý konec je uzpůsoben pro přívod stlačeného pracovního plynu, obvykle vzduchu, a je připojen k vysokonapětovému zdroji a z druhé strany proti duté jehle, je do výbojové komory vyústěna vodivá elektroda tvořená vodivým nástavcem elektricky uzemněným, akusticky svázaným s piezokeramickým měničem, který je připojen na výstup výkonového elektrického generátoru. Dutá jehla je spojena se svorkou záporné polarita vysokonapětového zdroje a je uložena v reflektoru. Nevýhodou tohoto řešení je, že pro generaci ultrazvuku musí být použit piezoelektrický měnič/generátor což významně komplikuje praktické aplikace, kdy je zapotřebí další přístroj, přizpůsobení přenosu ultrazvukové energie z měniče do plynného prostředí.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje plazmachemický reaktor podle předkládaného řešení. Tento plazmový reaktor je tvořen výbojovou komorou, z níž vede výstup plazmového reaktoru. Do výbojové komory je z jedné strany svou zúženou částí zaústěna elektricky vodivá uzemněná kónická tryska, jejíž druhý konec je uzpůsoben pro přívod stlačeného pracovního plynu. Z druhé strany, souose proti trysce, je do výbojové komory vyústěna elektricky vodivá elektroda s horizontálně posuvným mechanismem. Podstatou nového řešení je, že elektricky vodivá uzemněná kónická tryska je ve své zúžené části tvarovaná do kónusu z důvodů zmenšení průtoku stlačeného pracovního plynu opatřena trnem o průměru menším než je průměr ústí trysky, který leží v ose kónické trysky a který je v kónické trysce uchycen pomocí fixačního úchytu s průchody pro pracovní plyn. Elektricky vodivá elektroda je u tohoto nového řešení tvořena rezonátorem, jehož válcová rezonanční dutina je opatřena ostrou hranou. Tento rezonátor je elektricky oddělen od horizontálně posuvného mechanismu teflonovým izolantem a zároveň je přes zatěžovací odpor spojen se svorkou záporné polarita vysokonapětového zdroje.

Ve výhodném provedení je kónická tryska s elektricky nevodivým trnem opatřena prodlužovacím kónickým nástavcem z teflonu, který spojitě prodlužuje kónickou trysku, jehož délce odpovídá

posunutí prvního tlakového maxima pracovního plynu od ústí elektricky vodivé trysky, čímž dojde ke zvětšení vzdálenosti mezi vodivými elektrodami, růstu napětí na výboji a tedy i růstu energie elektronů, které iniciují plazma-chemické reakce.

- 5 Pro odstranění nevýhod známých řešení je tedy navrženo přímo použít plyn dodávaný do výboje pro vytvoření oscilujících gradientů tlaku, které jsou zdrojem ultrazvukových vln. Nové řešení využívá tedy generaci ultrazvukových vln samotným proudícím plynem a aplikaci těchto vln na elektrický výboj.
- 10 Velmi výhodné je, že ultrazvuk je generován stlačeným plynem, který má být v reaktoru upravován a reaktor tedy nepotřebuje vnější zdroj výkonového ultrazvuku. Další výhodou je, že změnou tlaku pracovního plynu a změnou vzdálenosti reflektoru od trysky lze ovlivňovat vznik ultrazvukových oscilací, jejich frekvenční spektrum a akustický tlak. V důsledku toho je možné ovlivňovat parametry výboje, jeho strukturu i tvar. Rovněž tak je výhodné, že výboj je stabilizovaný
- 15 a hoří po celém obvodu ostré hrany rezonátoru, v důsledku čehož dojde ke zvětšení reakčního objemu a tedy ke zvětšení množství zpracovávaného plynu. Významnou výhodou návrhu je také skutečnost, že reaktor je velmi jednoduchý a zařízení nepotřebuje vnější zdroj výkonového ultrazvuku.

20

Přehled obrázků na výkresech

- Příklad uspořádání reaktoru podle předkládaného řešení je schematicky naznačen na Obr. 1. Obr. 2 znázorňuje supersonický výtok vzduchu z kónické trysky získaný šlírovou metodou. Světla
- 25 lá místa zobrazují velké změny akustického tlaku respektive hustoty plynu. Na Obr. 3a je výboj v reaktoru s ultrazvukem a na Obr. 3b jsou znázorněny jemu odpovídající oscilace akustického tlaku zobrazené rovněž šlírovou metodou. Pro ilustraci je na Obr. 4a stejnou metodou znázorněn výboj bez ultrazvuku a na obr. 4b je vidět jemu odpovídající stacionární výtok vzduchu z rezonátoru.

30

Příklady provedení vynálezu

- Reaktor na Obr. 1 je tvořen výbojovou komorou 1, do které je z jedné strany zaústěna elektricky vodivá uzemněná kónická tryska 2 s vnitřním trnem 4 o průměru menším než je průměr ústí kónické trysky 2. Tento vnitřní trn 4 leží v ose kónické trysky 2 a je v ni uchycen pomocí fixačního úchytu 5 s průchody 12 pro pracovní plyn, který je přiváděn přívodním průchodem 3. V uvedeném příkladě je fixační úchyt 5 pevně nasunut do přívodního průchodu 3 pro pracovní plyn a po svém obvodu má vyvrtané otvory umožňující průchod pracovního plynu a ve své ose
- 40 má otvor se zalisovaným teflonovým trnem 4. Druhý konec kónické trysky 2 je uzpůsoben pro přívod stlačeného pracovního plynu.

- Z druhé strany, souose proti kónické trysce 2, je do výbojové komory 1 vyústěna elektricky vodivá elektroda s horizontálně posuvným mechanismem 9. Tato elektricky vodivá elektroda je
- 45 tvořena rezonátorem 6, tvořeným válcovou rezonanční dutinou s ostrou hranou 7. Rezonátor 6 je elektricky oddělen od horizontálně posuvného mechanismu 9 teflonovým izolantem 8. Horizontálně posuvný mechanismus 9 umožňuje přesné nastavení vzdálenosti mezi kónickou tryskou 2 a rezonátorem 6. Rezonátor 6 je přes zatěžovací odpor 10 vodivě spojen se svorkou záporné polarity vysokonapětového zdroje 13. Elektrický výboj hoří mezi kónickou tryskou 2 a ostrou
- 50 hranou 7 rezonátoru 6. Výstup z reaktoru je označen 12.

Podstata činnosti uvedeného reaktoru spočívá v tom, že elektrický výboj, vzniklý důsledkem vysokého napětí přivedeného ze svorky záporné polarity vysokonapětového zdroje 13 k rezonátoru 6 a hořící mezi ostrou hranou 7 vstupního otvoru rezonátoru 6 a uzemněnou rovinou, do

5 které je vyústěna kónická tryska 2, se vystaví působení ultrazvukového pole. Toto pole je buzeno oscilujícími gradienty tlaku, s amplitudou dosahující téměř poloviční vzdálenosti mezi rezonátorem 6 a kónickou tryskou 2 a periodou určenou průměrem dutiny v rezonátoru 6, její hloubkou a vzdáleností mezi rezonátorem 6 a kónickou tryskou 2 při konstantním tlaku přiváděného pracovního plynu. Ke vzniku ultrazvuku dochází jen v určitých vzdálenostech rezonátoru 6 od kónické trysky 2. K vysvětlení tohoto jevu je třeba uvést, že plyn tryskající z kónické trysky 2 nadzvukovou rychlostí vytváří periodicky se opakující tlaková maxima, viz Obr. 2, a jen při umístění vstupního otvoru tvořeného ostřím 7 rezonátoru 6 do míst nárůstu tlaku, viz světlá místa v ose proudu v Obr. 2, dochází k vybuzení rezonátoru 6. Z dutiny rezonátoru 6 je periodicky vyfukován plyn proti původnímu proudu plynu z kónické trysky 2, čímž dochází k oscilacím gradientu tlaku.

Na Obr. 4a a 3a jsou demonstrovány změny tvaru a struktury výboje bez působení ultrazvukového pole, Obr. 4a, a s působením ultrazvukového pole, Obr. 3a, dle nového řešení.

15 V případě působení ultrazvukového pole, Obr. 3a, je výboj těsně před ústím rezonátoru radiálně rozšířen oproti situaci bez působení tohoto pole, Obr. 4a. Současně s tím působení ultrazvukového pole mění i strukturu výboje tak, že odstraní jeho fragmentaci světelné emise výboje.

20 Tyto změny jsou podmíněny změnou fyzikálních vlastností prostředí, tedy tlaku respektive hustoty mezi rezonátorem a tryskou, jak ukazují Obr. 4b, kde je uvedeno rozložení gradientu hustoty bez působení ultrazvukového pole a Obr. 3b, kde je znázorněno rozložení gradientu hustoty s působením ultrazvukového pole.

25 Za účelem studia ovlivňování výboje v reaktoru spočívající v interakci výboje s oscilacemi tlaku v ionizační oblasti výboje bylo vytvořeno experimentální zařízení, odpovídající schématu na Obr. 1. V tomto uspořádání byla vzdálenost mezi ocelovou kónickou tryskou 2 a ocelovým rezonátorem 6 nastavitelná v rozsahu 0,5 až 50 mm, průměr výstupního otvoru kónické trysky 2 byl 1,6 mm, průměr dutiny rezonátoru 6 měl velikost 2 mm, hloubka dutiny rezonátoru 6 byla 30 2,1 mm. Rezonátor 6 byl elektricky izolován teflonovým izolantem 8 o délce 20 mm. Vzdálenost rezonátoru 6 od kónické trysky 2 byla přesně nastavována mikrometrickým horizontálně posuvným mechanismem 9. Amplituda výchylky v ionizační oblasti pro vzdálenost 1,9 až 2,9 mm byla větší než 0,5 mm na frekvenci 24 kHz, což odpovídá amplitudě tlaku $P = 92 \text{ kPa}$. Tlak přiváděného vzduchu byl $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

35

Průmyslová využitelnost

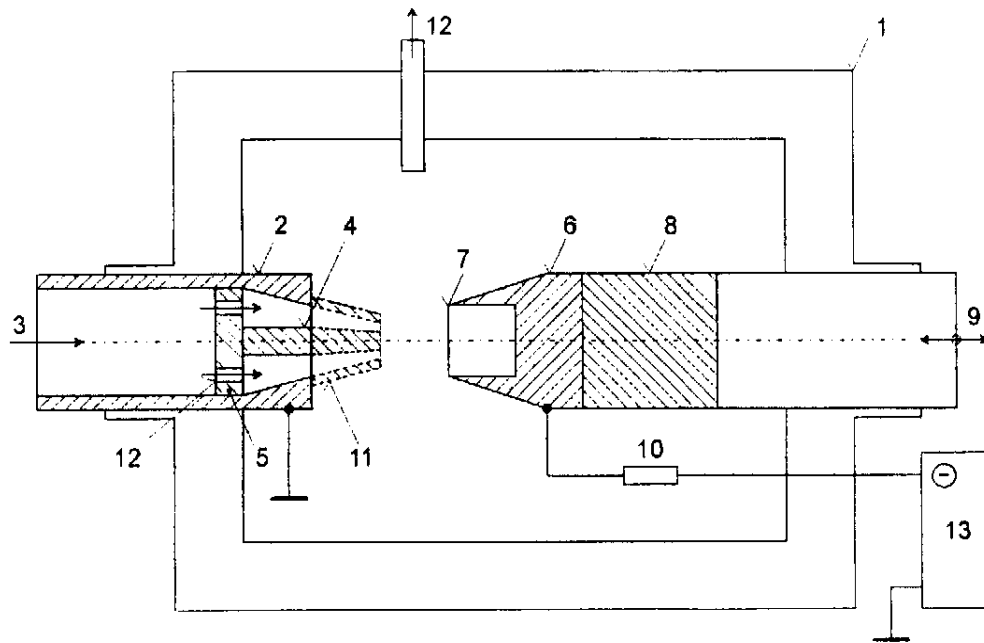
40 Kombinací použití ultrazvukových vln generovaných stlačeným plynem, který se má v reaktoru upravovat a elektrického výboje lze dosáhnout synergetického jevu, který přináší nové perspektivy pro uplatnění v environmentálních aplikacích jako je například výroba ozónu, rozklad oxidů dusíku a rozklad těkavých organických uhlovodíků.

PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Plazmachemický reaktor, tvořený výbojovou komorou (1) s výstupem (12), který je zároveň výstupem plazmového reaktoru, kde do výbojové komory je z jedné strany svou zúženou částí zaústěna elektricky vodivá uzemněná kónická tryska (2), jejíž druhý konec je uzpůsoben pro
10 přívod stlačeného pracovního plynu a z druhé strany souose proti trysce (2) je do výbojové komory (1) vyústěna elektricky vodivá elektroda s horizontálně posuvným mechanismem (9),
vyznačující se tím, že elektricky vodivá uzemněná kónická tryska (2) je ve své
zúžené části tvarované do kónusu opatřena trnem (4) o průměru menším než je průměr ústí
trysky (2), který leží v ose kónické trysky (2) a je v kónické trysce (2) uchycen pomocí fixačního
úchytu (5) s průchody (12) pro pracovní plyn a elektricky vodivá elektroda je tvořena
15 rezonátorem (6), jehož válcová rezonanční dutina je opatřena ostrou hranou (7) a tento rezonátor
(6) je elektricky oddělen od horizontálně posuvného mechanismu (9) teflonovým izolantem (8)
a zároveň je přes zatěžovací odpor (10) spojen se svorkou záporné polarity vysokonapětového
zdroje (13).
- 20 2. Plazmachemický reaktor podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kónická tryska
(2) s elektricky nevodivým trnem (4) je opatřena prodlužovacím kónickým nástavcem (11)
z teflonu.

25

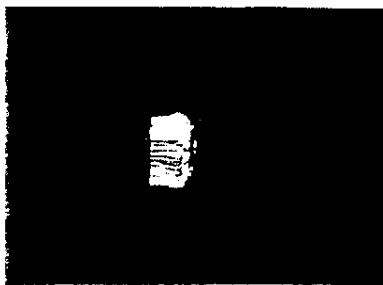
2 výkresy



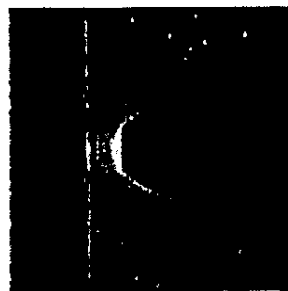
OBR.1



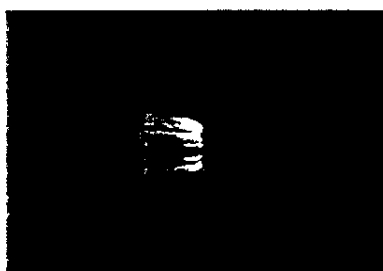
OBR.2



OBR. 3a



OBR. 3b



OBR. 4a



OBR. 4b

Konec dokumentu
