

## **PŘÍLOHA Č.1**

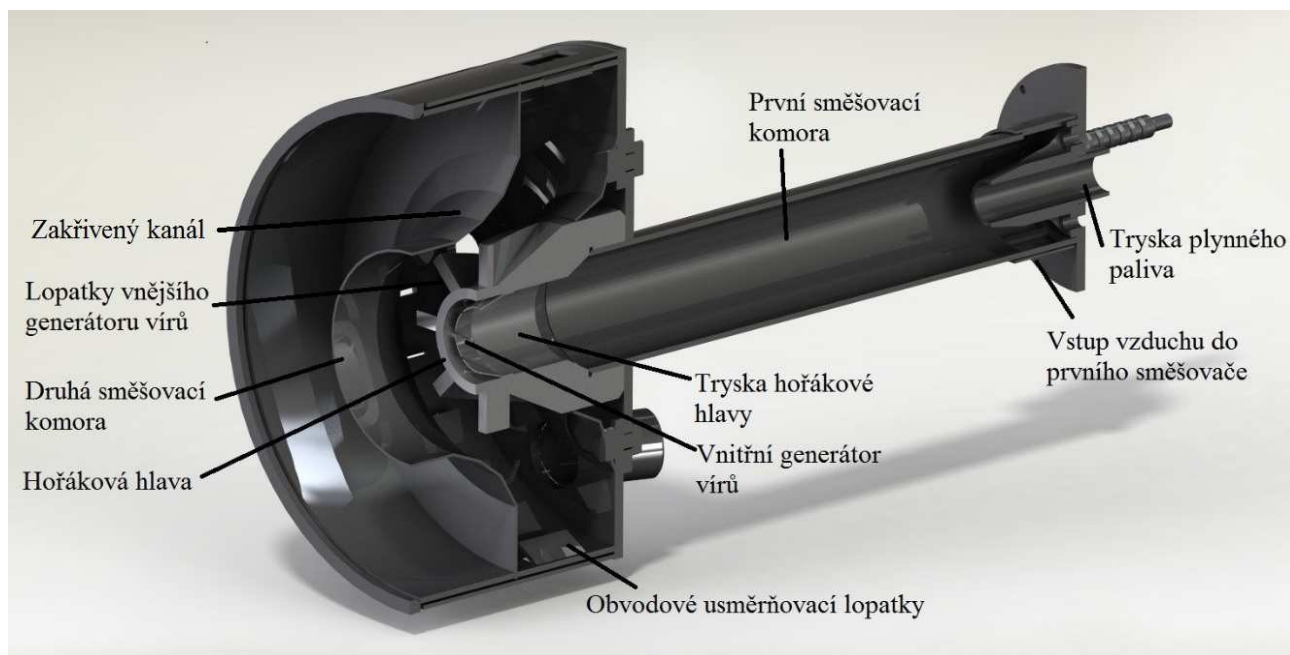
### **Výpočet injektorového hořáku**

# Příloha č. 1

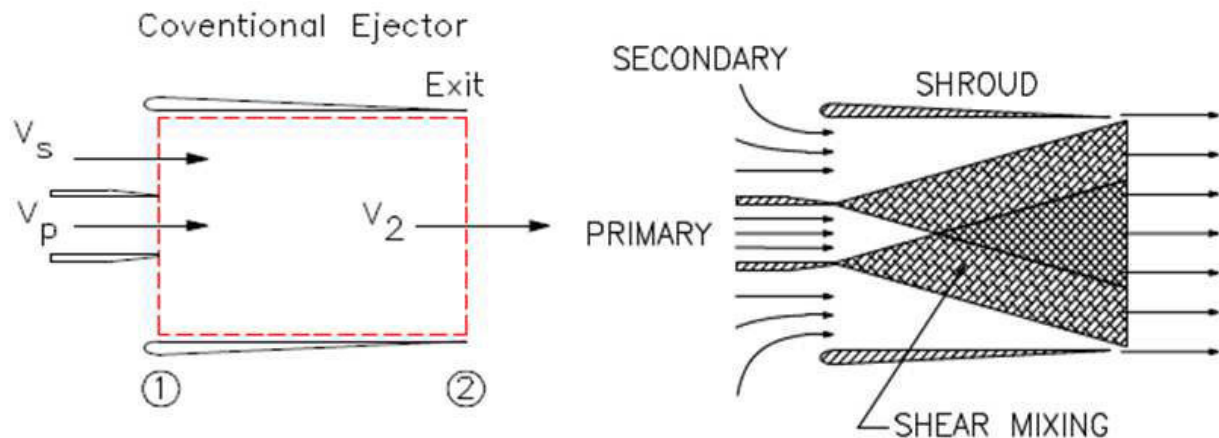
## Výpočet injektorového hořáku

### Úvod

Hořák je injektorový s víříči. Na obrázku níže je znázorněn řez hořáku. Pro potlačení produkce emisí  $\text{NO}_x$  je použita technologie dvoustupňového přívodu spalovacího vzduchu. Pro dokonalé promíchání paliva a okysličovadla jsou v hořáku instalovány tři víříče, které vytvářejí dokonalé promíchání směsi v druhé směšovací komoře. Plynovzdušná, bohatá směs, prochází přes vnitřní generátor víru do druhé směšovací komory. V této komoře dochází ke směšování s druhým proudem spalovacího vzduchu, který vstupuje do hořáku přes obvodové usměrňovací lopatky. Po vstupu vzduchu do hořáku přes obvodové usměrňovací lopatky má rychlost složku radiální a tangenciální. Vzduch dále proudí v meridiánu zakřivený kanálem a proud se obrací do axiálního směru. Axiální složka je pak určena průtočným množstvím vzduchu a průtočným průřezem meziruží ve válcové vzduchové komoře. Tangenciální složka rychlosti je větší než její velikost na vstupu vlivem potenciálního víru. Úhel vektoru rychlosti vzhledem k ose je v této lokalitě ručen jeho složkami. Vzduch dále proudí lopatkovou mříží vnějšího generátoru vírů. Vnější generátor víru je tvořen radiálními lopatkami. Vektor rychlosti svírá s tětivou každé lopatky úhel náběhu. Jeho obvodová složka je příčinou změny hybnosti protékajícího vzduchu a tedy i vzniku tangenciální složky. Na vstupu do druhého stupně má proud složku jak axiální, tak tangenciální.



Vzduchu je v prvním stupni nasáván ejekčním účinkem plynného paliva. Poměr primárního spalovacího vzduchu je závislý na průtoku paliva a odpovídá poměru průřezů otvoru trysky a průřezu směšovacího kanálu [62]. Rychlost proudění primárního vzduchu je úměrná rychlosti proudění paliva a poměru plochy. Na obrázku níže je schématicky zobrazen proud paliva a nasávaného spalovacího vzduchu [74].



Pro výpočet je použita Bernoulliho rovnice [74]:

$$\left(\frac{m_s}{m_p}\right)^2 \cdot \left[\left(\frac{A_p}{A_s}\right)^2 + 1\right] + 4 \cdot \left(\frac{m_s}{m_p}\right) - 2 \cdot \left(\frac{A_s}{A_p}\right) = 0$$

Kde:  $m_p$  hmotnostní tok primárního proudu (kg)  
 $m_s$  hmotnostní tok sekundární proudu (kg)  
 $A_p$  primární průřez ( $m^2$ )  
 $A_s$  sekundární průřez ( $m^2$ )  
 $V_p$  rychlost proudění primárního média ( $m \cdot s^{-1}$ )  
 $V_s$  rychlost proudění sekundárního média ( $m \cdot s^{-1}$ )

Druhý stupeň přívodu spalovacího vzduchu je kombinován s vířičem. Energií nasávající spalovací vzduch ve druhém stupni je plynovzdušná směs vycházející z prvního stupně. Druhý stupeň spalování odpovídá, stejně tak jako první stupeň, poměrům průřezů. K hoření dochází ve směšovací komoře druhého stupně. Plamen je kombinovaný kinetický a difuzní.

Intenzita víření je ovlivněna konstrukcí a uspořádáním vířiče. Pro zvelené typy lopatkových vířičů hraje důležitou roli úhel mezi lopatkou a radiální osou, průměr rozteče lopatek a počet lopatek.

### Výpočet injektorového hořáku o výkonu 600 kW pro spalování zemního plynu

|                                                                                  |                                                                                            |                                               |                            |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------|
| Výkon hořáku [kW]                                                                | $Q := 600$ kW                                                                              | Výhřevnost ZP [MJ/kg]                         | LHV := 48.2                |
| Spotřeba paliva [kg/s]                                                           | $\dot{m}_F := \frac{Q}{LHV \cdot 1000}$                                                    |                                               | $F = 0.012$                |
| Složení paliva - hmotnostní koncentrace [-]                                      | $\dot{C} := 0.750$                                                                         | $\dot{H} := 0.250$                            | $\dot{S} := 0.0$           |
| Stechiometrická spotřeba spalovacího vzduchu na kilogram paliva [kg/kg]          | $A_{\text{stech}} := \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} + \frac{S}{32}\right) \cdot 137.919$ |                                               | $A_{\text{stech}} = 17.24$ |
| Ekvivalentní poměr [-]                                                           | $EqR := 0.8$                                                                               | Průtok spal. vzduchu [kg/s]                   |                            |
|                                                                                  |                                                                                            | $Air := \frac{F \cdot A_{\text{stech}}}{EqR}$ | $Air = 0.268$              |
| Poměr průtoku primárního spalovacího vzduchu ve směšovací komoře ejektoru [-]    |                                                                                            |                                               | $f_{pr} := 0.310$          |
| Poměr hmotnostního primárního spalovacího vzduchu a průtoku paliva $m_s/m_p$ [-] | $m_R := \frac{f_{pr} \cdot Air}{F}$                                                        |                                               | $m_R = 6.68$               |

Z Bernoulliho rovnice dostaneme hodnotu poměru primárního a sekundárního průřezu  $A_p / A_s$  [-]

$$\underline{m} := m_R \quad X := 10 \quad \text{Given} \quad m^2 \cdot (X^{-2} + 1) + 4 \cdot m - 2 \cdot X = 0 \quad A_R := \text{Find}(X) \quad A_R = 35.693$$

Průměr trysky paliva [mm]

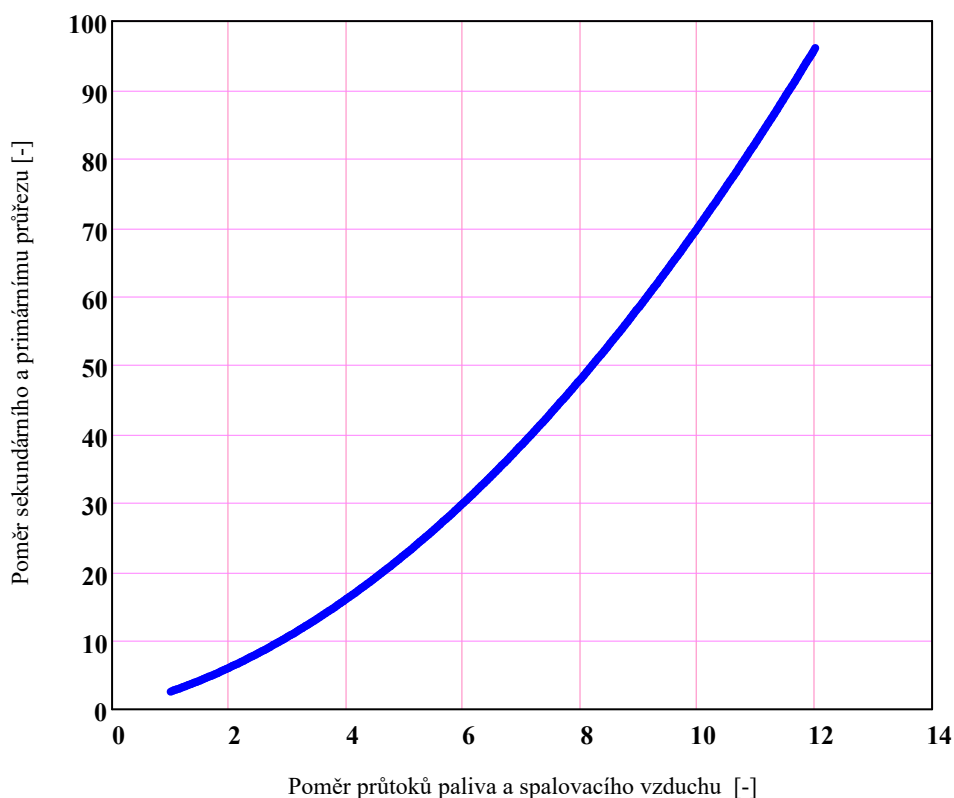
$$d1 := 9$$

$$\text{Volný průměr směšovací komory ejektoru [mm]} \quad D1 := d1 \sqrt{A_R + 1} \quad D1 = 54.517$$

Volba průměru směšovací komory [mm]

$$\underline{D1} := 150$$

### Poměr průtočných ploch v závislosti na poměru průtoku paliva a spalovacího vzduchu



Průtok paliva je regulován pomocí regulačního ventilu, který je instalován před tryskou hořáku. V závislosti na tlaku paliva je přisáván ekvivalentní průtok spalovací vzduch do směšovací komory. Výpočet je proveden na základě Bernoulliho rovnice:

$$p_o = p + \frac{\rho_{nz} \cdot v_{nz}^2}{2} \quad v_{nz} = \frac{4 \cdot F}{\rho_{nz} \cdot \pi \cdot d1^2} \quad \rho_{nz} = \frac{p_o}{518 \cdot T_o} \quad \Delta p = 30000$$

|       |             |                                   |            |                                    |
|-------|-------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------|
| where | $p_o$       | tlak před tryskou                 | $T_o$      | teplota před tryskou               |
|       | $p$         | požadovaný tlak na výstupu trysky | $v_{nz}$   | rychlost plynu na výstupu z trysky |
|       | $\rho_{nz}$ | hustota plynu před tryskou        | $\Delta p$ | tlaková ztrata ventilu             |

po úpravě

$$p = p_0 - \frac{259 \cdot T_0}{p_0} \cdot \left( \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_1^2} \right)^2 - \Delta p$$

Dané hodnoty

$$p := 80000 \quad d_1 := \frac{d_1}{1000} \quad d_1 = 9 \times 10^{-3} \quad T_0 := 288 \quad \Delta p := 30000$$

X := 200000 Given

$$p = X - \frac{259 \cdot T_0}{X} \cdot \left( \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_1^2} \right)^2 - \Delta p \quad p_0 := \text{Find}(X) \quad p_0 = 1.317 \times 10^5$$

Hustota zemního plynu [kg/m³] při dané teplotě [°C] a tlaku [kPa]

$$\rho_{nz}(p, t) := \frac{p}{0.518 \cdot (t + 273.1)}$$

$$t := T_0 - 273 \quad p := p_0 \cdot 10^{-3} \quad \rho_{nz} := \rho_{nz}(p, t) \quad \rho_{nz} = 0.882$$

Hustota spalovacího vzduchu [kg/m³] při dané teplotě [°C] a tlaku [kPa]

$$\rho_s(p, t) := \frac{p}{0.283 \cdot (t + 273.1)}$$

$$t := 20 \quad p := 101.1 \quad \rho_{air} := \rho_s(p, t) \quad \rho_{air} = 1.219$$

Rychlost paliva na výstupu z trysky [m/s]

$$v_{nz} := \frac{F}{\rho_{nz} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot d_1^2} \quad v_{nz} = 221.747$$

Hustota směsi paliva a spal. vzduchu [kg/m³]

$$\rho_m := \frac{F \cdot \rho_{nz} + \text{Air} \cdot f_{pr} \cdot \rho_{air}}{F + \text{Air} \cdot f_{pr}} \quad \rho_m = 1.175$$

Rychlost směsi v prvním směřovací kanálu [m/s]

$$v_{mix} := \frac{F + \text{Air} \cdot f_{pr}}{\rho_m \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \left( \frac{D_1}{1000} \right)^2} \quad v_{mix} = 4.604$$

Průtok směsi paliva a spalovacího vzduchu [kg/s]

$$F + \text{Air} \cdot f_{pr} = 0.096$$

Průtok požadovaného zbývajícím spalovacího vzduchu [kg/s]

$$\text{Air} \cdot (1 - f_{pr}) = 0.185$$

Poměr  $m_p/m_s$  pro druhý stupeň [-]

$$m_R := \frac{\text{Air} \cdot (1 - f_{pr})}{F + \text{Air} \cdot f_{pr}} \quad m_R = 1.936$$

$m := m_R \quad X := 2 \quad \text{Given} \quad m^2 \cdot (X^{-2} + 1) + 4 \cdot m - 2 \cdot X = 0 \quad A_R := \text{Find}(X) \quad A_R = 5.802$

Průměr výstupní trysky vypočtený z průřezů [mm]

$$d_2 := 60$$

Průměr směřovací komory druhého stupně [mm]

$$D_2 := d_2 \cdot \sqrt{A_R + 1} \quad D_2 = 156.481 \quad D_2 := 150$$

Rychlost v trysce [m/s]

$$V_{nzz} := \frac{F + \text{Air} \cdot f_{pr}}{\rho_m \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \left( \frac{d_2}{1000} \right)^2} \quad V_{nzz} = 28.777$$

Tlak na výstupu trysky v prvním a druhém stupni [kPa]

$$p1 := 80 \quad p2 := \left( p1 \cdot 10^3 - \frac{V_{nzz}^2 \cdot \rho_m}{2} \right) \cdot 10^{-3}$$

Hustota směsi v druhém stupni ejektoru [kg/m<sup>3</sup>]

$$p2 = 79.513$$

$$\rho_{mx} := \frac{F \cdot \rho_{nz} + Air \cdot \rho_{air}}{F + Air} \quad \rho_{mx} = 1.204$$

Rychlost na výstupu směšovací komory [m/s]

$$V_{mx} := \frac{F + Air}{\rho_{mx} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \left( \frac{D2}{1000} \right)^2} \quad V_{mx} = 13.194$$

Průměr difuzoru [mm]

$$D3 := 200$$

Rychlost na výstupu z difuzoru [m/s]

$$V_{df} := \frac{F + Air}{\rho_{mx} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \left( \frac{D3}{1000} \right)^2} \quad V_{df} = 7.422$$

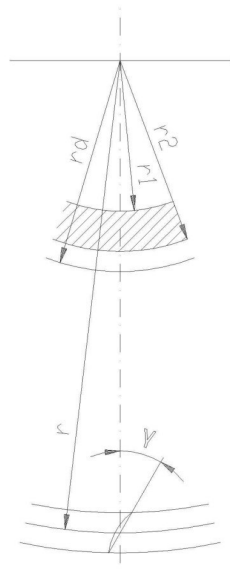
Hodnota vírového čísla lze stanovit na základě vypočtených zvolených geometrických charakteristik [35]:

$$d := D2 \quad T := 4 \quad B := 60 \quad RI := 35 \quad z := 24 \quad rh := 70 \quad \alpha := \frac{75 \cdot \pi}{180}$$

$$\Psi := \frac{2 \cdot T}{2 \cdot \pi \cdot RI \cdot \cos(\alpha)} \quad \sigma := \frac{\tan(\alpha)}{(1 - \Psi) \cdot \left( 1 + \tan(\alpha) \cdot \tan\left(\frac{\pi}{z}\right) \right)}$$

$$S := \frac{\sigma \cdot d}{2 \cdot B} \cdot \left( 1 - \frac{rh^2}{d^2} \right) \quad \text{vírové číslo} \quad S = 2.847$$

Konstrukce navrhovaného hořáku ukazuje, že vír je způsoben především lopatkami umístěnými v hořákové hlavě. Vířivý proud je však generován také lopatkami umístěnými na vnější straně hořákové hlavy. Na náčrtku vlevo je zobrazen řez hořáku. Vpravo je zobrazen rozbor rychlostí pro obvodové usměrňovací lopatky.

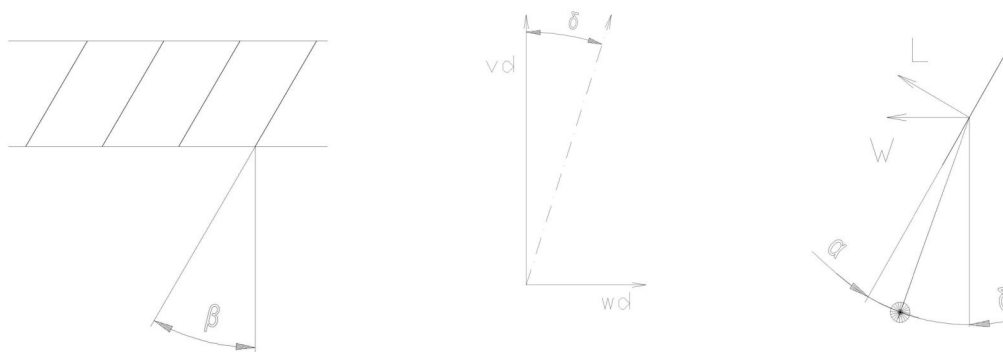


$$r := 0.17 \quad r_d := 0.08 \quad r_1 := 0.04 \quad r_2 := 0.064 \quad B := 0.3 \quad \gamma := 75 \quad f_{rd} := 1.0$$

$$\text{Rozměr lopatky} \quad a := 0.025 \quad b := 0.06 \quad \text{Počet lopatek} \quad N_{vn} := 17 \quad \text{Korekční faktor} \quad f_{sw} := 1.0$$

|                           |                                                                                                  |               |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Vstupní radiální rychlost | $v := \frac{\text{Air} \cdot (1 - f_{pr})}{\rho_{air}} \cdot (2 \cdot \pi \cdot r \cdot B)^{-1}$ | $v = 0.474$   |
| Vstupní axiální rychlost  | $w := v \cdot \tan\left(\frac{\pi \cdot \gamma}{180}\right) \cdot f_{sw}$                        | $w = 1.769$   |
| Potenciální vír           | $w_d := w \cdot \frac{r}{r_2}$                                                                   | $w_d = 4.698$ |

Pro lopatky vnějšího generátoru (vlevo) platí rozbor rychlosti dle zobrazení uprostřed a silový rozbor dle obrázku vpra



|                                       |                                                                                                               |                                               |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Průtok sp. vzduchu přes lopatky [m/s] | $v_d := \frac{\text{Air} \cdot (1 - f_{pr})}{\rho_{air}} \cdot \left[ \pi \cdot (r_2^2 - r_1^2) \right]^{-1}$ | $v_d = 19.367$                                |
|                                       | $\delta := \text{atan}\left(\frac{w_d}{v_d}\right)$                                                           | $\delta_{dg} := \delta \cdot \frac{180}{\pi}$ |
| Úhel náběhu                           | $\alpha_{dg} := 7$                                                                                            | $\alpha := \frac{\alpha_{dg} \cdot \pi}{180}$ |
|                                       |                                                                                                               | $\alpha = 0.122$                              |

Vztlaková síla na lopatkách

|                                         |                                                                                                                                               |                       |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|                                         | $L := 2 \cdot \pi \cdot \frac{\pi \cdot \alpha_{dg}}{180} \cdot \frac{\rho_{air} \cdot v_d^2}{2} \cdot f_{rd} \cdot (a \cdot b \cdot N_{vn})$ | $L = 4.474$           |
| Složka rychlosti od lopatek             | $w_L := L \cdot \sin(\delta) \cdot \left[ \frac{\text{Air} \cdot (1 - f_{pr})}{\rho_{air}} \right]^{-1}$                                      | $w_L = 6.946$         |
| Úhel sklonu lopatek                     | $\beta_{dg} := \alpha_{dg} + \delta_{dg}$                                                                                                     | $\beta_{dg} = 20.636$ |
| Výsledná rychlost tangenciálních složek | $w_t := w_d + w_L$                                                                                                                            | $w_t = 11.644$        |

Vířivý proud na výstupu z primární hlavy je vytvářen pomocí jazýčků, které jsou vyrobeny řezy v žárovzdorné trubce. Tato trubka je vložena do hořákové hlavy. Intenzita víření je dána úhlem, který je tvořen tečnou k válcové ploše v místě ohybu jazýčku a přímkou procházející bodem ohybu a vrcholem jazýčku.



Úhel jazýčků  $\gamma_{nz\_dg} := 30$   $\gamma_{nz} := \frac{\gamma_{nz\_dg} \cdot \pi}{180}$  Poměr průřezu jazýčků k celkové ploše  $\zeta := 0.65$

Průměrná rychlost rotačního pohybu [m/s]  $w_{nz} := V_{nzz} \cdot \tan(\gamma_{nz}) \cdot (1 - \zeta^2)$   $w_{nz} = 9.595$

Převedením průměrného rotační rychlosti na pístový tok dostáváme rychlost: [m/s]

$$w_t := (w_d + w_L) \cdot \frac{\text{Air} \cdot (1 - f_{pr})}{F + \text{Air}} + w_{nz} \cdot \frac{F + \text{Air} \cdot f_{pr}}{F + \text{Air}}$$

$$w_t = 10.946$$

Vírové číslo můžeme vyhodnotit dle literatury [7] takto:

$$G := \frac{w_t}{V_{df}} \quad G = 1.475$$

Pro vírové číslo  $G > 0.6$  platí [7]:

$$S_{vhg} := \frac{G}{2} \cdot \left(1 - \frac{G}{2}\right)^{-1} \quad S_{vhg} = 2.809$$

Vírové číslo bez použití lopatek a jazýčků:

$$w_L := 0 \quad w_{nz} := 0 \quad w_t := (w_d + w_L) \cdot \frac{\text{Air} \cdot (1 - f_{pr})}{F + \text{Air}} + w_{nz} \cdot \frac{F + \text{Air} \cdot f_{pr}}{F + \text{Air}}$$

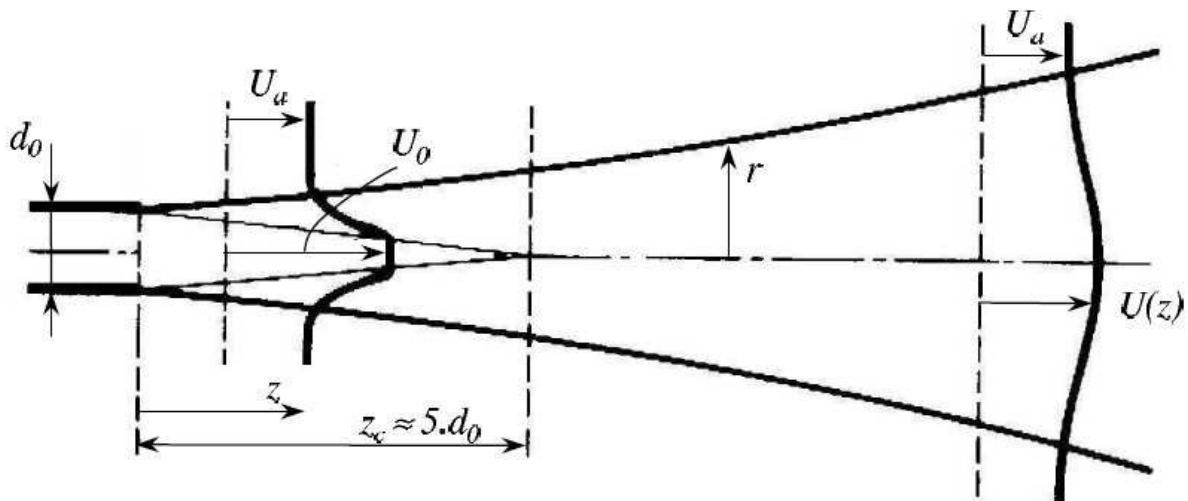
$$G := \frac{w_t}{V_{df}} \quad G = 0.417$$

$$S_{hg} := \frac{G}{2} \cdot \left(1 - \frac{G}{2}\right)^{-1} \quad S_{hg} = 0.264$$

Rozdíl vírového čísla při použití lopatek a jazýčků hořákové hlavy

$$\Delta S := S_{vhg} - S_{hg} \quad \Delta S = 2.545$$

Obrázek níže ukazuje, že rozměry směšovací komory odpovídají proudovým charakteristikám [8]. Uvažujeme, že na výstupu trysky je odpovídá rychlost paliva jeho průtok. Vzduch v okolí proudu paliva je strháván. Závislost množství směšovaného vzduchu je závislá na průřezu trysky a průřezu směšovací komory (viz. výpočty výše).



Analýza šíření proudění je založena na těchto předpokladech: V blízkosti otvoru trysky je nasávaný proud vzduchu distribuován rovnoměrně. V určité vzdálenosti za tryskou má turbulentní míchání nulovou šířku a profily rychlostí zůstávají beze změny. Nicméně ve směru proudu od trysky se proud rozšiřuje a rychlost začne klesat na úkor vzrůstajících smykových sil. Bylo zjištěno, že toto místo, kde dochází k poklesu rychlosti je ve vzdálenosti zhruba petinásobku průměru trysky. Přesto je místo přechodové zóny nejvíce ovlivněno poměrem rychlostí. Na základě uvedených předpokladů můžeme přechodovou zónu rychlosti vyjádřit následovně:

$$z_c = d1 \cdot \left( 4 + 12 \cdot \frac{U_a}{U_0} \right)$$

kde  $z_c$  vzdálenost přechodové zóny rychlosti od trysky  
 $d1$  průměr otvoru trysky  
 $U_0$  rychlost proudu paliva na výstupu z trysky  
 $U_a$  rychlost proudění spalovacího vzduchu

$$U_a = \frac{f_{pr} \cdot \rho_{air}}{\rho_{air}} \cdot \left[ \frac{\pi}{4} \cdot (D1^2 - d1^2) \right]^{-1}$$

kde  $D1$  průměr směšovací komory

$$\frac{D1}{d1} = \left( \frac{z}{z_c} \right)^{1 - \frac{U_a}{U_0}}$$

kde  $z$  vzdálenost rozšíření proudu do průměru  $D1$

$$U_{z_{max}}(z) = (U_0 - U_a) \cdot \frac{z_c}{z}$$

kde  $U_{z_{max}}$  axiální rychlost v místě ve vzdálenosti  $z$  od trysky

### Údaje pro první stupeň směšovače:

$$U_a := \frac{f_{pr} \cdot Air}{\rho_{air}} \cdot \left[ \frac{\pi}{4} \cdot (D1^2 - d1^2) \right]^{-1} \quad \underline{d1} := 0.02 \quad \underline{D1} := 0.12$$

$$U_o := v_{nz} \quad U_a = 6.205 \quad U_o = 221.747$$

$$z_c := d1 \cdot \left( 4 + 12 \cdot \frac{U_a}{U_o} \right) \quad z_c = 0.087$$

Vzdálenost přechodové zóny rychlosti [m]

Vzdálenost, kde se směr dotýká stěny směšovací komory [m]

$$\underline{X} := 0.4 \quad \text{Given} \quad \frac{D1}{d1} = \left( \frac{X}{z_c} \right)^{1 - \frac{U_a}{U_o}} \quad \underline{z} := \text{Find}(X) \quad z = 0.548 \quad \underline{z} := 0.8$$

Rychlost směsi na výstupu z hořákové hlavy, rozdíl hustot není uvažován [m/s]

$$U_{z_{max}}(z) := (U_o - U_a) \cdot \frac{z_c}{z} \quad U_{z_{max}}(z) = 23.364$$

### Údaje pro druhý stupeň směšovače:

$$\underline{d2} := \frac{d2}{1000} \quad \underline{D3} := \frac{D3}{1000} \quad d2 = 0.06 \quad D3 = 0.2$$

$$\underline{U_a} := \frac{Air \cdot (1 - f_{pr})}{\rho_{air}} \cdot \left[ \frac{\pi}{4} \cdot (D3^2 - d2^2) \right]^{-1} \quad U_a = 5.312$$

$$\underline{U_o} := V_{nzz} \quad U_o = 28.777$$

Vzdálenost přechodové zóny rychlosti [m]

$$\underline{z_{ov}} := d2 \cdot \left( 4 + 12 \cdot \frac{U_a}{U_o} \right) \quad z_c = 0.373 \quad \underline{z_{ov}} := 0.35$$

Směšovací komora druhého stupně je tvořena hořákovou tvarovkou, ve které probíhá směšování paliva a spalovacího vzduchu. Rychlosti mají v této oblasti radiální i axiální složky. Je žádoucí, aby konec přechodové zóny byl umístěn na konec směšovací komory, tedy na konec hořákové tvarovky. Tato vzdálenost odpovídá hodnotě  $z_c$

Délka směšovací komory druhého stupně [m]

$$z_c = 0.35$$

U hořáku s vířivým prouděním je tvorbou emisí  $NO_x$  založena na několika mechanismech [5]. V tenké vrstvě obálky plamene se tvoří rychlé oxidy dusíku, které tvoří celkový podíl NO v spalínách cca 1-2 %. Významným zdrojem NO může být také vázaný dusík obsažený v palivu. Nejvýznamnější je však tvorba NO za vysokých teplot. Rychlost tvorby tepelných NO lze vyjádřit takto:

$$\frac{d}{dt} NO = 2 \cdot k_1 \cdot (O) \cdot (N_2) \quad k_1 = 1.8 \cdot 10^{14} \cdot \exp\left(\frac{-318 \cdot \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{R \cdot T}\right) \quad \text{cm}^3/\text{mol} \cdot \text{s}$$

Kde  
 $(O)$   $(N_2)$  koncentrace  
 $T$  teplota  
 $R$  plynová konstanta

Z rovnice lze konstatovat, že tvorbu NO lze ovlivnit koncentrací kyslíku a dusíku, teplotou a zdržnou

dobou. Tvorba teplotních NO může být minimalizována omezením teplotních špiček v plamenu, omezením koncentrace kyslíku a zdržné doby v oblasti teplotních špiček.

Pro navržený vířivý hořák lze použít vztah pro odhad tvorby emisí oxidů dusíku, který byl popsán pro podobný hořák v literatuře [5]:

$$El_{NOx} = \frac{10.2 \cdot D2}{\rho_{mx} \cdot V_{mx}} \cdot Fr^{0.6} \quad Fr = \frac{V_{mx}^2}{D2 \cdot g}$$

where  $El_{NOx}$  emisní index [g NO<sub>x</sub>/kg fuel]  
 $Fr$  Furierovo číslo [-]  
 $g$  tíhové zrychlení [m/s<sup>2</sup>]

$$D2 := 0.15 \quad g := 9.81 \quad Fr := \frac{V_{mx}^2}{D2 \cdot g} \quad Fr = 118.302 \quad El_{NOx} := \frac{10.2 \cdot D2}{\rho_{mx} \cdot V_{mx}} \cdot Fr^{0.6} \quad El_{NOx} = 1.689$$

Pro převod hodnot emisí oxidů dusíku na běžné jednotky je zapotřebí uvažovat průtok spalovacího vzduchu a paliva, dále se předpokládá, že spaliny mají hustotu stejnou jako spalovací vzduch [68]. Emise jsou vyjádřeny v ppm.

Převodní koeficient při 3% O<sub>2</sub> v suchých spalínách

$$100 \text{ mg NO}_2/\text{m}^3 = 49 \text{ ppm NO}_2$$

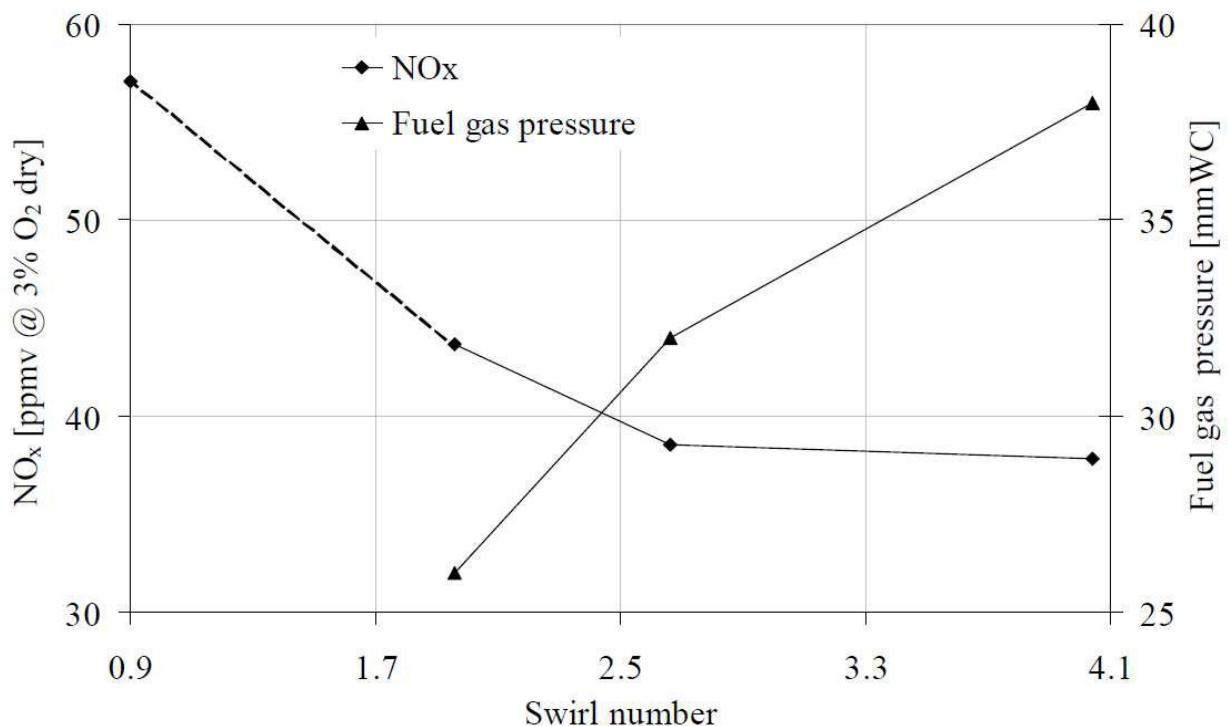
$$Conf := 0.49$$

$$Ems := \frac{F \cdot El_{NOx} \cdot \rho_{air} \cdot Conf \cdot 10^3}{Air + F}$$

Emise oxidů dusíku [ppm]

$$Ems = 44.721$$

Výsledné emise NO<sub>x</sub> lze porovnat s níže uvedeným grafem [5]. V grafu jsou uvedené hodnoty emisí oxidu dusíku v závislosti na velikosti vírového čísla. Vírové číslo má v našem případě hodnotu 2,8.



## **PŘÍLOHA Č.2**

Patentová přihláška č. PV 2016-371:

**Injektorový hořák s řízenými charakteristikami plamene a  
malými hodnotami koncentrací emitovaných oxidů dusíku  
a oxidu uhelnatého**

## **Injektorový hořák s řízenými charakteristikami plamene a malými hodnotami koncentrací emitovaných oxidů dusíku a oxidu uhelnatého.**

### Oblast techniky

Vynález se týká injektorových hořáků, u kterých při začlenění vícestupňových ejektor – směšovačů a vířičů dochází ke zlepšení podmínek pro stabilitu plamene a ke zmenšení koncentrace emitovaných oxidů dusíku a oxidu uhelnatého.

### Dosavadní stav techniky

Na obr.1 je částečný schematický řez pecí 100 parního reformingu. Uspořádání horké části, tedy tzv. primary reformer, je právě na tomto obrázku. Směs metan – pára je nastříkována do řad trubek 101 naplněných katalyzátorem. Ke konverzi dochází při teplotách kolem 940°C. Reakce mají endotermický charakter. Pro ohřev jsou instalovány stropní injektorové hořáky 102 mezi řadami trubek. V závislosti na uspořádání kapacita jednoho hořáku se pohybuje kolem 650 kW.

Často používaný injektorový hořák 103 – typ premixed I, je uspořádán tak, že tlakové plynné palivo působí jako hnací prvek ejektoru. Vzduch je přisávaným proudem ejektoru. Tlak plynu na vstupu do trysky je řízen. Průtočné množství vzduchu je řízeno nastavitelnou polohou disku na vstupu, který propouští specifikovanou část spalovacího vzduchu. Zbytek vzduchu je přimícháván až v trysce – parciální premix - viz obr.2, převzatý z publikace: Callidus burners, Callidus Technology 2010.

Z tohoto obr.2 je patrné, že specifikovaný mísící poměr palivo – vzduch při změně výkonu hořáku je nutné řídit nastavením disku a tlakem plynu na vstupu trysky ejektoru zvláště potom při změně výkonu hořáku. Stabilizaci plamene zajišťuje koncové geometrické uspořádání trysky s obtokem. Procesy, které probíhají v prostoru obálky plamene nelze jednoduše ovlivňovat.

Dalším příkladem injektorového hořáku 104 – typ premixed II je uspořádání kde úlohy vzduchu a paliva jsou obrácené, viz obrázek. Hnacím proudem je vzduch a plyn, palivo, je přisáváno. Množství vzduchu je řízeno posuvnou tyčí. Venturiho trubice ejektoru je současně i mísicím palivo – vzduch. Výstupní tryska s kamenem vyzdívky tvoří tzv. tunelový hořák, kde typ proudění, skoková změna průřezu, stabilizuje plamen. Při změně výkonu hořáku je pro specifikovaný ekvivalentní poměr potřebné přestavit průtočné množství vzduchu řídicí tyčí. Příslušné průtočné množství paliva sleduje průtočné množství vzduchu podle ejektorového

poměru - viz obr.3, převzatý z publikace: Anon., Burners technology, North American Combustion Technology, 3<sup>rd</sup> edition 1996.

Mimo stability plamene malá koncentrace emitovaných oxidů dusíku a oxidu uhelnatého je jedním z klíčových požadavků na charakteristiky hořáků, včetně injektorových. K dosažení tohoto cíle je používáno několik postupů. Účinným prostředkem je změna ekvivalentního poměru a zmenšení teploty plamene. K posouzení účinnosti těchto vlivů mohou posloužit následující diagramy, viz Bellofiore, A., Experimental and numerical study of liquid jets injected in high density air crossflow, University of Studie of Naples Federico II, Dpt. of Chemical Engineering 2006.

První diagram na obr. 4 uvádí relaci mezi koncentrací emitovaných oxidů dusíku, přesněji termický NO, a oxidu uhelnatého a teplotou plamene. Nejmenší hodnoty se objevují v pásmu teplot od 1400°C do 1700°C.

Ke zmenšení teplot plamene je navrženo takové uspořádání injektorového hořáku, které indukují vířivé proudění na výstupu trysky. Pro ilustraci při dostatečně velké intenzitě vířivého proudění podmínky v oblasti plamene způsobují recirkulaci jak uvnitř obálky plamene, tak i v nejbližším okolí obálky, viz obr. 6.

Vnitřní recirkulace transportuje spaliny, vyhořelé palivo, zpět k ústí trysky a v podstatě má chladicí funkci. Druhým efektem vnitřní recirkulace je schopnost vytvářet zásobník tepla, takže v blízkosti ústí trysky se spotřebuje menší množství paliva, tedy lokální teplota se zmenšuje. Vnější recirkulace přenáší spaliny ke kořeni plamene, kde dochází ke zmenšování koncentrace kyslíku. Podle stechiometrie tomu odpovídá menší lokální teplotu.

Druhý diagram na obr. 5 prezentuje významný vliv ekvivalentního poměru, velikost přebytku vzduchu, na koncentraci škodlivých emisí. Zde je indikován poměrně úzký pás, kde dochází k průsečíku klesající koncentrace emitovaného oxidu uhelnatého se stoupající koncentrací oxidů dusíku. Hořák pracuje v oblasti chudé směsi. Z diagramu je patrné, že při velkém přebytku vzduchu, malá hodnota ekvivalentního poměru, hořák se blíží limitu odtržení plamene. Pro udržení přebytku vzduchu v úzkých mezích, navržený hořák využívá mechanismus více ejektorů – směšovačů řazených za sebou.

Cílem vynálezu je zvýšit víření v druhé směšovací komoře, a tak vytvořit lepší podmínky pro spalování a nižší tvorbu nežádoucích emisí.

### Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje do značné míry injektorový hořák s řízenými charakteristikami plamene a malými hodnotami koncentrací emitovaných oxidů dusíku a oxidu uhelnatého.podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na výstupu z hořákové hlavy je

uvnitř její trysky uspořádán vnitřní generátor vírů, který je na své horní části u ústí trysky opatřený po obvodě jazýčky pro vytvoření vírového proudění v horní směšovací komoře.

Ve výhodném provedení je na vnějším povrchu hořákové hlavy provedena obvodová lopatková mříž z lopatek, čímž je vytvořen vnější generátor vírů.

#### Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude dále přiblížen pomocí výkresů, na kterých obr.1 představuje schematický řez komorou parního reformingu, na obr.2 je znázorněn jeden typ hořáku podle stavu techniky, na obr.3 je znázorněn jiný typ hořáku podle stavu techniky, na obr.4 je graf uvádějící relaci mezi koncentrací emitovaných oxidů dusíku, přesněji termický NO, a oxidu uhelnatého a teplotou plamene, obr.5 je graf je prezentací významného vlivu ekvivalentního poměru a velikost přebytku vzduchu na koncentraci škodlivých emisí, obr.6 je detailem proudění v plameni, obr.7 je řez injektorový hořák podle vynálezu a obr.8 je pohled shora na hořák z obr.7

#### Příklad provedení vynálezu

Na obr. 7 je v řezu vidět injektorový hořák podle vynálezu a na obr.8 je pohled shora na hořák z obr.7. Z obrázků je zřejmé, že ke směšování prvního stupně dochází v první směšovací komoře 2, kde plyn přicházející tryskou 1 využívá kinetické energie paprsku tohoto plynu k nasávání vzduchu přes vstupní otvory 10. Průtočné množství vzduchu je určeno velikostmi průtočného průřezu první směšovací komory 2, průtočného průřezu trysky 1 a průtočného množství paliva. Specifikovanému průtočnému množství vzduchu jsou přiřazeny hodnoty uvedených proměnných. V první směšovací komoře 2 dochází k míchání paliva s nasátým vzduchem.

K dalšímu druhému stupni směšování se využívá kinetická energie výše uvedené směsi palivo – vzduch smíseného v prvním stupni v první směšovací komoře 2, kdy tato směs proudí tryskou 3 hořákové hlavy 11, a tak dochází k nasávání sekundárního vzduchu a vzduch přichází přes otvory 5 do vzduchové komory 13. Průtočné množství sekundárního vzduchu je určeno rozdílem mezi specifikovaným průtočným množstvím spalovacího vzduchu a vzduchu dodávaného z první směšovací komory 2. Pro určení průtočných průřezů platí stejná pravidla jako u směšování prvního stupně.

Vzduch nasávaný v druhém stupni vstupuje tedy otvory 5 na obvodu válcové vzduchové komory 13, kde je instalován věnec tvarovaných usměrňovacích lopatek 6. Ty jsou nejlépe vidět na obr. 8. Po průtoku věncem lopatek 6 má rychlost vzduchu složku radiální a tangenciální. Vzduch dále proudí v meridiánu zakřiveným kanálem a proud se obrací do

axiálního směru. Axiální složka rychlosti je určena průtočným množstvím vzduchu a průtočným průřezem mezikruží ve válcové vzduchové komoře 13. Tangenciální složka rychlosti je větší než její velikost na vstupu vlivem potenciálního víru. Úhel vektoru rychlosti vzhledem k ose v této lokalitě je určen jeho složkami.

Vzduch dále protéká lopatkovou mříží z radiálních lopatek 7 uspořádanou na vnějším povrchu hořákové hlavy 11, přesněji na jejím koncovém návarku 12. Tyto radiální lopatky 7 tvoří vnější generátor vírů. Vektor rychlosti svírá s tětivou každé radiální lopatky 7 úhel náběhu. Na radiálních lopatkách 7 vznikne vztlak. Jeho obvodová složka je příčinou změny hybnosti protékajícího vzduchu a tedy i vzniku příspěvku k tangenciální složce rychlosti. Tudiž rychlost vzduchu na vstupu do směšovače druhého stupně má jak složku axiální tak i tangenciální.

V trysce 3 hořákové hlavy 11, tedy respektive na vnitřním povrchu návarku 12 hořákové hlavy 11, je umístěn vnitřní generátor vírů 4, což je válcové těleso, které je na horním konci opatřeno tvarovanými jazýčky 14. Plošky jazýčků 14 svírají se směrnici tangenty vnitřního průměru trysky specifikovaný úhel a ovlivňují proudění ve vrstvě, která je určena vzdáleností horní hrany jazýčků od stěny trysky. Účinkem jazýčků 14 rychlost v ústí trysky 3 hořákové hlavy 11 má složku axiální a tangenciální. Výsledným efektem uvedeného uspořádání hořákové hlavy 11 s radiálními lopatkami 7, vloženým generátorem 4 vírů s jazýčky 14 v trysce 3 hořákové hlavy 11 je axiální a tangenciální složka rychlosti na výstupu z celého hořáku a tedy vírové proudění ve směšovači druhého stupně, který je tvořen horní směšovací komorou 8.

Výsuvné zážehové zařízení 9 je umístěno tak, že elektrický výboj, v poloze funkční, zasahuje do smíchané směsi palivo – vzduch.

### Příklad

Kapacita injektorového hořáku je 600 kW, ekvivalentní poměr 0,8, palivem je metan. 0,8 je specifikovanou hodnotou ekvivalentního poměru, které odpovídá průtočné množství spalovacího vzduchu 0,268 kg/s. Ejektor – směšovač prvního stupně nasává 31% průtočného množství spalovacího vzduchu. Tryskou proudí metan s průtočným množstvím 0,012 kg/s, což odpovídá dolní výhřevnosti metanu 48,2 MJ/kg. Poměr průtočných množství má hodnotu 6,68, čemuž odpovídá poměr průtočných průřezů v hodnotě 35,7. Pro průměr vrtání palivové trysky 20 mm je 120 mm průměrem směšovací komory. Tlak v prostoru výstupu paprsku má hodnotu 80 kPa, tedy ejektor směšovač má samonasávací účinek vzhledem k okolnímu vzduchu, 101,3 kPa pro standardní podmínky.

Pro směšovač druhého stupně je výstup směšovací komory hnacím proudem a nasává zbylých 69% spalovacího vzduchu. Stejným postupem jako u ejektoru – směšovače prvního stupně, lze zjistit poměr průtočných množství a odtud i poměr průtočných průřezů. Tedy i v tomto případě průměru hnací trysky 60 mm odpovídá průměr směšovací komory 150 mm. Tlak v prostoru ústí trysky je vyhodnocen na 79 kPa.

Průtokem vzduchu věncem usměrňovacích lopatek jeho rychlost má složku jak radiální tak i tangenciální. Dále průtokem vzduchu vnějším vířičem dochází ke zvětšení tangenciální složky rychlosti. Při průtoku směsi, výstup ejektoru – směšovače prvního stupně, úsekem trysky s vnitřním vířičem s tvarovanými jazýčky vzniká tangenciální složka rychlosti v proudě paprsku. Výsledným efektem je významné rotační a axiální proudění v prostoru ústí hořáku, které je charakterizováno vírovým číslem s hodnotou 1,63. Tyto podmínky indukují vnitřní a vnější recirkulaci v obálce plamene s kvantitativním vyjádřením koncentrace emitovaných oxidů dusíku v hodnotě 45 ppm.

Přehled vztahových značek

- 1 - Tryska plynného paliva
- 2 - První směšovací komora
- 3 - Tryska hořákové hlavy 11
- 4 - Vnitřní generátor vírů
- 5 - Vstupní otvory vzduchu do vzduchové komory 13
- 6 - Obvodové usměrňovací lopatky ve vzduchové komoře 13
- 7 - Radiální lopatky vnějšího generátoru vírů
- 8 – Druhá směšovací komora
- 9 - Výsuvné zážehové zřízení
- 10 - Vstupní otvory vzduchu do první směšovací komory 2
- 11 - Hořáková hlava
- 12 - Koncový návarek hořákové hlavy 11
- 13 - Válcová vzduchová komora
- 14 - Jazýčky vnitřního generátoru vírů 4
  
- 100 – Pec parního reformingu
  
- 101 – Trubky
  
- 102 – Hořáky
  
- 103 – Hořák premixed I
  
- 104 – Hořák premixed II

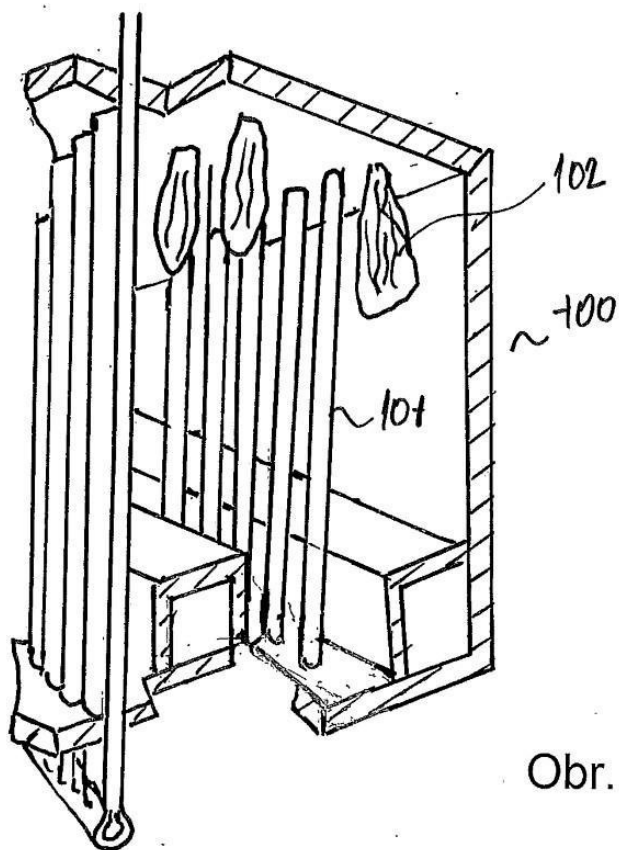
## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Injektorový hořák pro plynné palivo obsahující plynovou tryšku (1) obklopenou otvory (10) pro přísávání vzduchu, přičemž před tryškou (1) je uspořádána první směšovací komora (2), na kterou navazuje tryska (3) hořákové hlavy (11) a před hořákovou hlavou (11) je uspořádána druhá směšovací komora (8), do které ústí otvory (5) pro přívod sekundárního vzduchu do směsi primárního vzduchu a plynu přiváděné tryškou (3) hořákové hlavy (11), přičemž do směšovací komory (8) zasahuje výsuvné zážehové zařízení (9), **vyznačující se tím, že** na výstupu z hořákové hlavy (11) je uvnitř její trysky (3) uspořádán vnitřní generátor vírů (4), který je na své horní části u ústí trysky (3) opatřený po obvodě jazýčky (14) pro vytvoření vírového proudění v horní směšovací komoře (8).
2. Injektorový hořák podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** na vnějším povrchu hořákové hlavy (11) je provedena obvodová lopatková mříž z lopatek (7), čímž je vytvořen vnější generátor vírů.

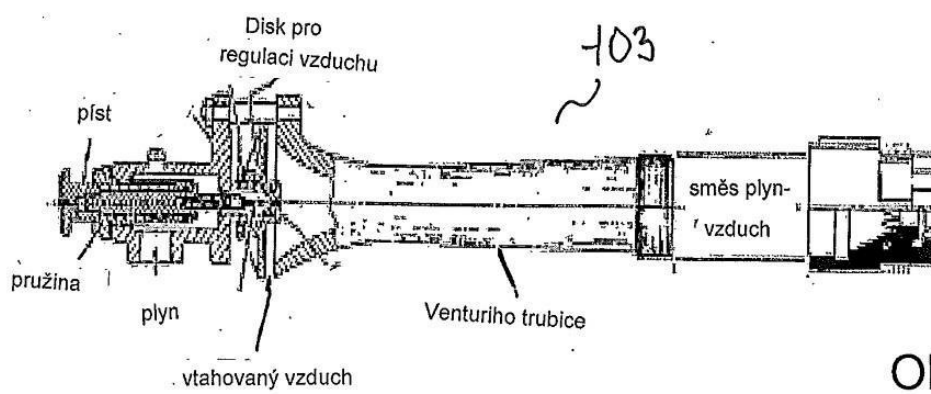
## Anotace

Název vynálezu: Injektorový hořák s řízenými charakteristikami plamene a malými hodnotami koncentrací emitovaných oxidů dusíku a oxidu uhelnatého

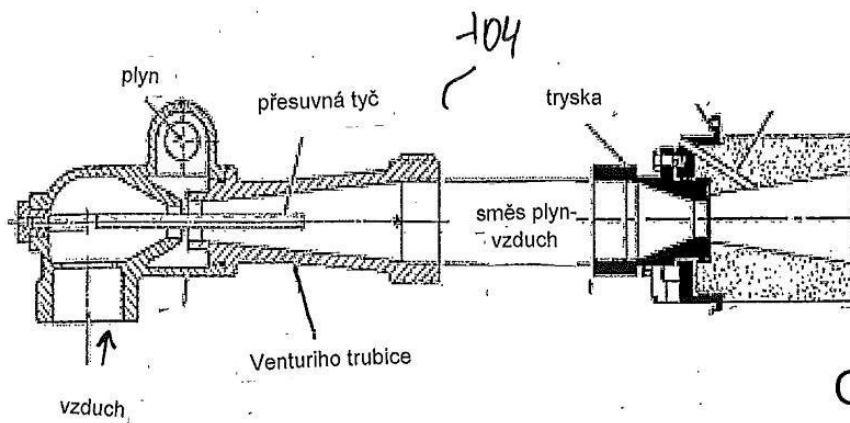
Injektorový hořák pro plynné palivo obsahující plynovou tryšku (1) obklopenou otvory (10) pro přísávání vzduchu, přičemž před tryškou (1) je uspořádána první směšovací komora (2), na kterou navazuje tryška (3) hořákové hlavy (11) a před hořákovou hlavou (11) je uspořádána druhá směšovací komora (8), do které ústí otvory (5) pro přívod sekundárního vzduchu do směsi primárního vzduchu a plynu přiváděné tryškou (3) hořákové hlavy (11), přičemž do směšovací komory (8) zasahuje výsuvné zážehové zařízení (9), kde je na výstupu z hořákové hlavy (11) je uvnitř její trysky (3) uspořádán vnitřní generátor vírů (4), který je na své horní části u ústí trysky (3) opatřený po obvodě jazýčky (14) pro vytvoření vírového proudění v horní směšovací komoře (8).



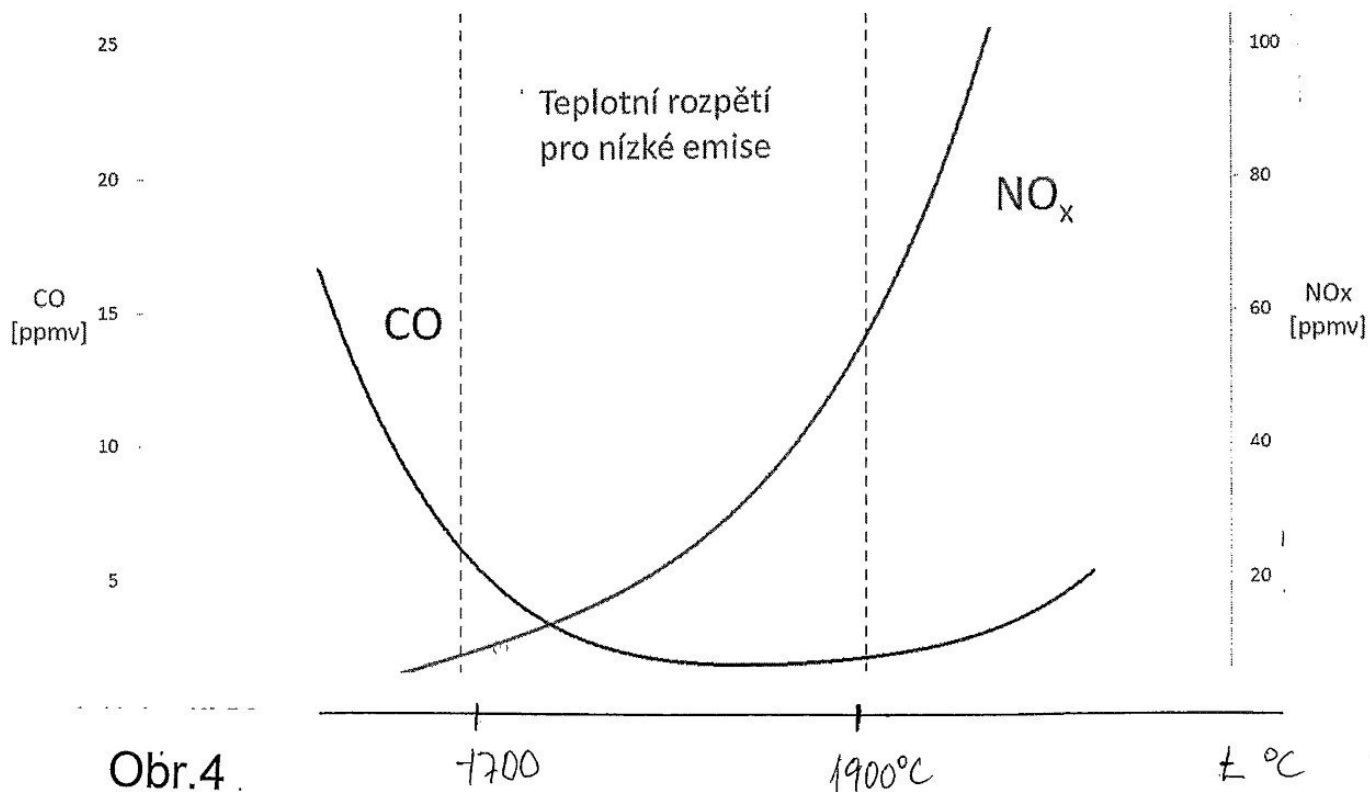
Obr.1



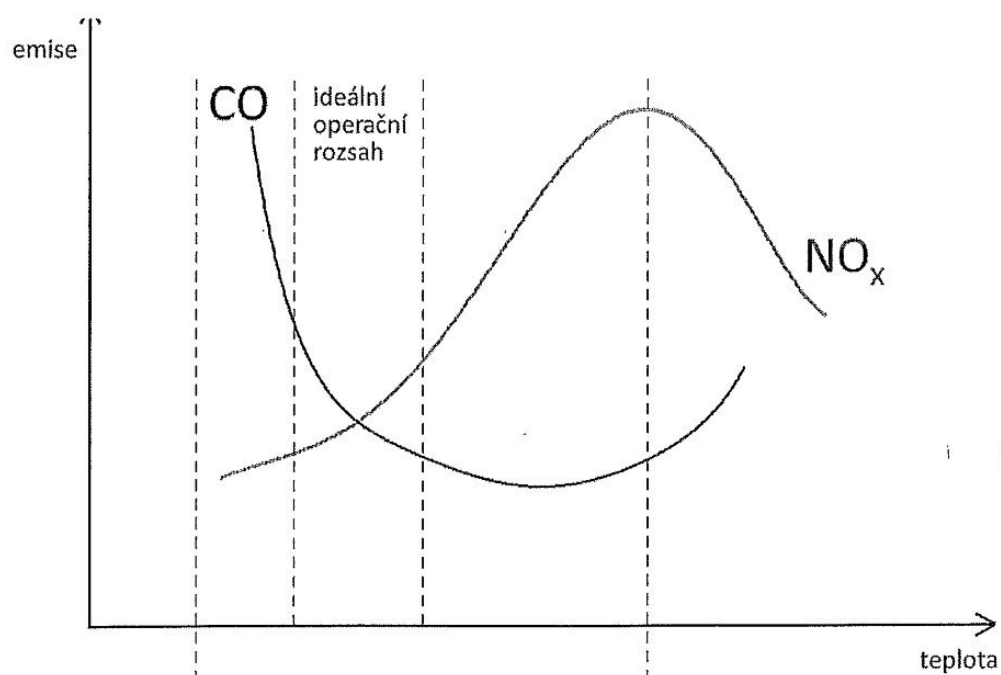
Obr.2



Obr.3

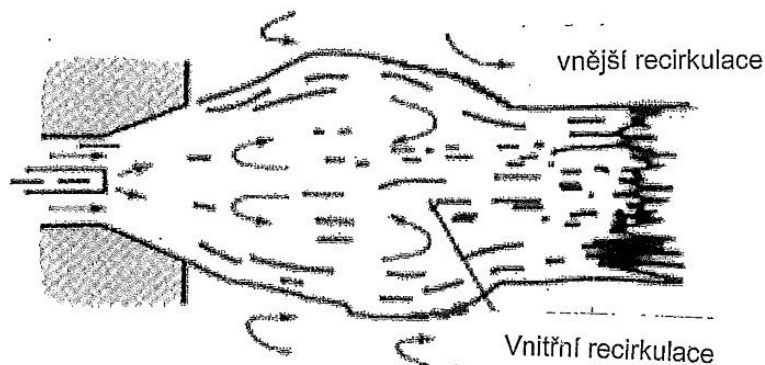


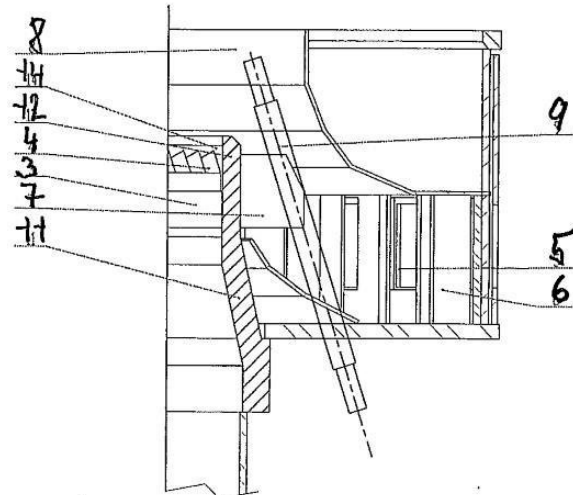
Obr.4



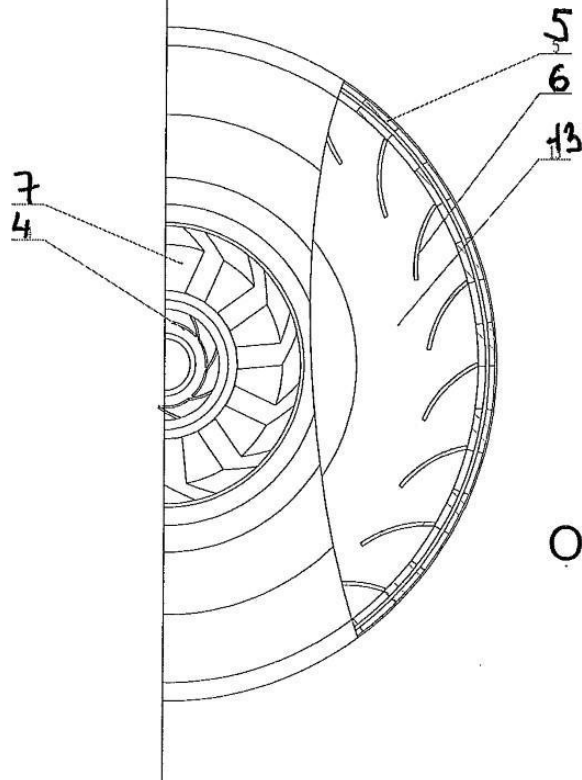
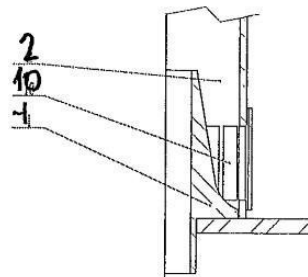
Obr.5

Obr.6





Obr.7



Obr.8

## **PŘÍLOHA Č.3**

Patent č. EP2853813A1:

**Burner head**



(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(43) Date of publication:  
**01.04.2015 Bulletin 2015/14**

(51) Int Cl.:  
**F23D 14/22 (2006.01)** **F23D 14/06 (2006.01)**  
**F23D 14/58 (2006.01)** **F23D 23/00 (2006.01)**

(21) Application number: **13466023.2**

(22) Date of filing: **30.09.2013**

(84) Designated Contracting States:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Designated Extension States:  
**BA ME**

(71) Applicant: **Vysoké Učení Technické V Brne**  
**690 01 Brno (CZ)**

(72) Inventors:  
• **Skryja, Pavel**  
**58827 Rybne (CZ)**  
• **Jurena, Tomas**  
**74706 Opava (CZ)**

- **Stehlik, Petr**  
**61600 Brno (CZ)**
- **Belohradsky, Petr**  
**66441 Popuvky (CZ)**
- **Hajek, Jiri**  
**616 00 Brno - Kralovo Pole (CZ)**
- **Tabasova, Andrea**  
**98055 Klenovec (CZ)**
- **Nejezchleb, Radek**  
**67905 Krtiny (CZ)**

(74) Representative: **Malusek, Jiri**  
**Kania, Sedlak, Smola**  
**Mendlovo namesti 1 a**  
**603 00 Brno (CZ)**

(54) **Burner head**

(57) Burner head (22) of the primary portion of a gas burner is formed by a hollow cylindrical welded-on piece, the bottom internal circumference of the welded-on piece being welded to the outer burner feed pipe (7) and the top internal circumference of the being welded to the inner burner feed pipe (4), the head (22) being provided with the power nozzles (3) arranged in the area of the bevelled front face (25), with the stabilizing nozzles (5) arranged underneath the power nozzles and formed in

the cylindrical wall at the angle ( $\beta$ ) relative to the same and with the annular flame catcher (21) arranged underneath the stabilizing nozzles (5) and extending from the outer wall of the head (22), the flame catcher having a triangular cross-section with the upper leg (24) perpendicularly adjoining the outer wall of the head (22) and with the hypotenuse (23) extending in a slanting inward and downward direction.

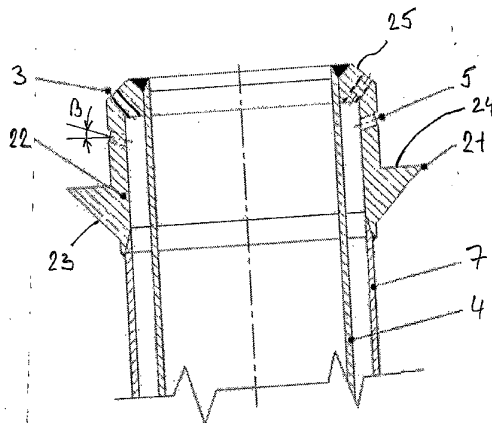


Fig.2

## Description

### Field of the invention

**[0001]** The invention relates to a burner head formed on the primary portion of a gas burner in which gases having different calorific values will be burnt.

### Background of the invention

**[0002]** Gases are commonly burnt by means of gas burner heads and nozzles having diverse constructional arrangements. Such burner heads or nozzles are mostly designed to burn a particular noble gaseous fuel. Besides that, such burner heads do not enable non-noble gases to be burnt, such as by-products from chemical and processing industries or gases originating from alternative sources (e.g. biogas, landfill gas or the like). In most cases, such gases are waste products having low and variable calorific values. Common gas burner heads are not able to ensure a sufficient stability of the burning process when lean gases are burnt and an oversupply of combustion air cannot be avoided. Frequent changes to the combustion conditions, such as varying pressure ratios inside a combustion chamber, cause the flame to extinguish, thus giving rise to hazardous situations. Typical examples include plants operating in a charge mode, waste incineration plants and the like.

**[0003]** The objective of the invention is to present a gas burner head which will be able to ensure a sufficient stability of the burning process when lean gases are burnt during an oversupply of combustion air.

### Summary of the invention

**[0004]** The above drawbacks are largely eliminated by the burner head according to the invention, wherein the burner head is formed by a hollow cylindrical welded-on piece, the bottom internal circumference of the welded-on piece being welded to the outer burner feed pipe and the top internal circumference of the being welded to the inner burner feed pipe, the head being provided with power nozzles arranged in the area of the bevelled front face, with angled stabilizing nozzles arranged underneath the power nozzles and formed in the cylindrical wall and with an annular flame catcher arranged underneath the stabilizing nozzles and extending from the outer wall of the head, the flame catcher having a triangular cross-section with the upper leg perpendicularly adjoining the outer wall of the head and with the hypotenuse extending in a slanting inward and downward direction.

### Brief description of the drawings

**[0005]** The invention will be further explained with reference to the accompanying drawing, wherein Fig. 1 shows a gas burner with an inner feed pipe of the first combustion stage, the end of the pipe being provided

with the burner head according to the invention, and Fig. 2 shows the burner head in a detailed view.

### Preferred embodiment of the invention

**[0006]** Fig. 1 shows a gas burner with an inner feed pipe of the first combustion stage in a general view, the end of the pipe being provided with the burner head according to the invention. It is evident that the gas burner 1 consists of the gas supply branch 8, which is provided with the flange 9 at the its inlet end, the outlet end of the gas supply branch 8 leading into the gas distributor. The gas distributor 10 is interconnected with the outer burner feed pipe 7 of the first combustion stage by means of the connecting pipe 17. The connecting pipe 17 is attached to the outer burner feed pipe 7 by means of the pipe union 15. Within the combustion area, the outer burner feed pipe 7 is supplemented by the inner burner feed pipe 4 made of a refractory material, the latter being inserted in the former and forming an extension of the same. The inner burner feed pipe 4 is coaxial relative to the outer burner feed pipe 7 of the first combustion stage. The common end of the burner feed pipes 4, 7 carries the burner head 22 which is formed by a hollow cylindrical welded-on piece, the bottom internal circumference of the welded-on piece being welded to the outer burner feed pipe 7 and the top internal circumference of the being welded to the inner burner feed pipe 4.

**[0007]** Either end of the connecting pipe 17 is provided by one pipe union 15, the first of the latter being connected to the primary gas distributor 10 and the second one being connected to the welded-one branch 14, in which the nozzle 21 for restricting the flow of gas supplied to the burner head 22 is arranged. Furthermore, the feed pipes 12 of the second combustion stage are visible, which are connected to the respective pipe of the gas distributor 10 by means of the pipe union 11. Thus, the gas distributor 10 is provided with one inlet formed by the gas supply branch 8, one outlet leading to the first gas stage and formed by the connecting pipe 17 and three outlets leading to the second gas stage and formed by the feed pipes 12, of which only one is visible in Fig. 1.

**[0008]** The feed pipes 12 of the second combustion stage are terminated by the secondary nozzles 13 which are fixed in their position by means of the respective lock nuts (not shown).

**[0009]** The gas distributor 10 is attached to the inner burner feed pipe 4 of the first combustion stage. The entire gas burner 1 is welded to the cover 6 which is shown in a partial view in Fig. 1. The cover 6 is, in turn, attached to an air box by means of the respective threaded coupling member (not shown). The cover is provided with the gasket 18, with the insulating member 19, with the holder 16 for the insulating member and with the refractory caulking compound 20.

**[0010]** Fig. 2 is a detailed view showing the burner head 22 on a primary burner. The burner head is formed by a welded-on piece attached to the burner feed pipes 4 and

7 and provided with the power nozzles 3 arranged in the area of the bevelled front face 25, with the stabilizing nozzles 5 arranged underneath the power nozzles and formed in the cylindrical wall and with the flame catcher 21 arranged underneath the stabilizing nozzles 5 and extending from the outer wall of the head 22, the flame catcher having a triangular cross-section with the upper leg 24 perpendicularly adjoining the outer wall of the head 22 and with the hypotenuse 23 extending in a slanting inward and downward direction.

[0011] The burner head 22 itself and the flame catcher 21 have 80 mm and 100 mm in diameter, respectively. These diametric dimensions are important with respect to the necessity of ensuring a sufficient stability of the flame in the area of the stabilizing nozzles 5. In the latter area, a considerable decrease of the turbulent flow and an increase of the backflow of the combustion air occur. The stabilizing nozzles 5 are suitably arranged between the flame catcher 21 and the front face of the burner head 22 and are formed by bores having their axes inclined at the angle  $\beta$ . Thus, the stabilizing nozzles enable the fuel to be appropriately mixed with the combustion air supplied to serve as oxidizing agent during the combustion process. After having been prepared under the above conditions, the combustible mixture achieves a flow velocity that is lower than the burning velocity. Thus, the flame remains "on the leeward side". In this manner, the flame can get stabilized in the above area. Owing to that, the flame provides a sufficient initiation energy, which is required for igniting the air-fuel mixture, the latter being formed by mixing the gas flowing out of the power nozzles with the combustion air flowing around the burner head. If the flame were not anchored in the area of the flame catcher 21 in the above described manner, it would get torn away from the burner head 22.

[0012] The above described gas burner eliminates the above mentioned unreliable operational properties. The maximum stability of combustion is achieved particularly by means of the constructional arrangement of the head 22 of the primary burner. The desired stability of combustion is achieved by the incorporation of the flame catcher 21 into the gas burner head 22, since the flame catcher creates a turbulent whirling flow in the area of the stabilizing nozzles 5. Such flow is characterized by having a lower velocity downstream the flame catcher 21, thus mitigating turbulences and stabilizing the flame in said area. The above described arrangement enables the gas flowing out of the power nozzles to be reliably ignited. It provides a sufficient initiation energy, which is required for igniting the mixture and stabilizing the combustion process in the area of the power nozzles of the head 22. The gas burner head 22 has an annular shape which enables an auxiliary oil burner or suitable measuring and regulating members to be centrally positioned within the head. The gaseous fuel is supplied to the gas burner head through the annular gap between the burner feed tuber 7 and 4. The flow rate and the pressure of the gaseous fuel are controlled by means of a restricting or-

ifice which determines the ratio between the primary and secondary portions of the gas burner. Hence, the pressure of the gaseous fuel is lower in the primary portion than in the secondary one which significantly improves the stability of the primary portion and enables higher working pressures and flow rates to be utilized in the secondary portion. This considerably increases the efficiency of mixing the combustion air with the secondary fuel. According to the particular application, the burner head may be provided with 3 or four secondary nozzles. The angular orientation of the secondary nozzles relative to the axis of the burner head enables the tangential discharge of the gas to be achieved in the radial direction.

## Claims

1. Burner head formed on the primary portion of a gas burner, **characterized in that** the burner head is formed by a hollow cylindrical welded-on piece, the bottom internal circumference of the welded-on piece being welded to the outer burner feed pipe (7) and the top internal circumference of the being welded to the inner burner feed pipe (4), the head (22) being provided with the power nozzles (3) arranged in the area of the bevelled front face (25), with the stabilizing nozzles (5) arranged underneath the power nozzles and formed in the cylindrical wall at the angle ( $\beta$ ) relative to the same and with the annular flame catcher (21) arranged underneath the stabilizing nozzles (5) and extending from the outer wall of the head (22), the flame catcher having a triangular cross-section with the upper leg (24) perpendicularly adjoining the outer wall of the head (22) and with the hypotenuse (23) extending in a slanting inward and downward direction.

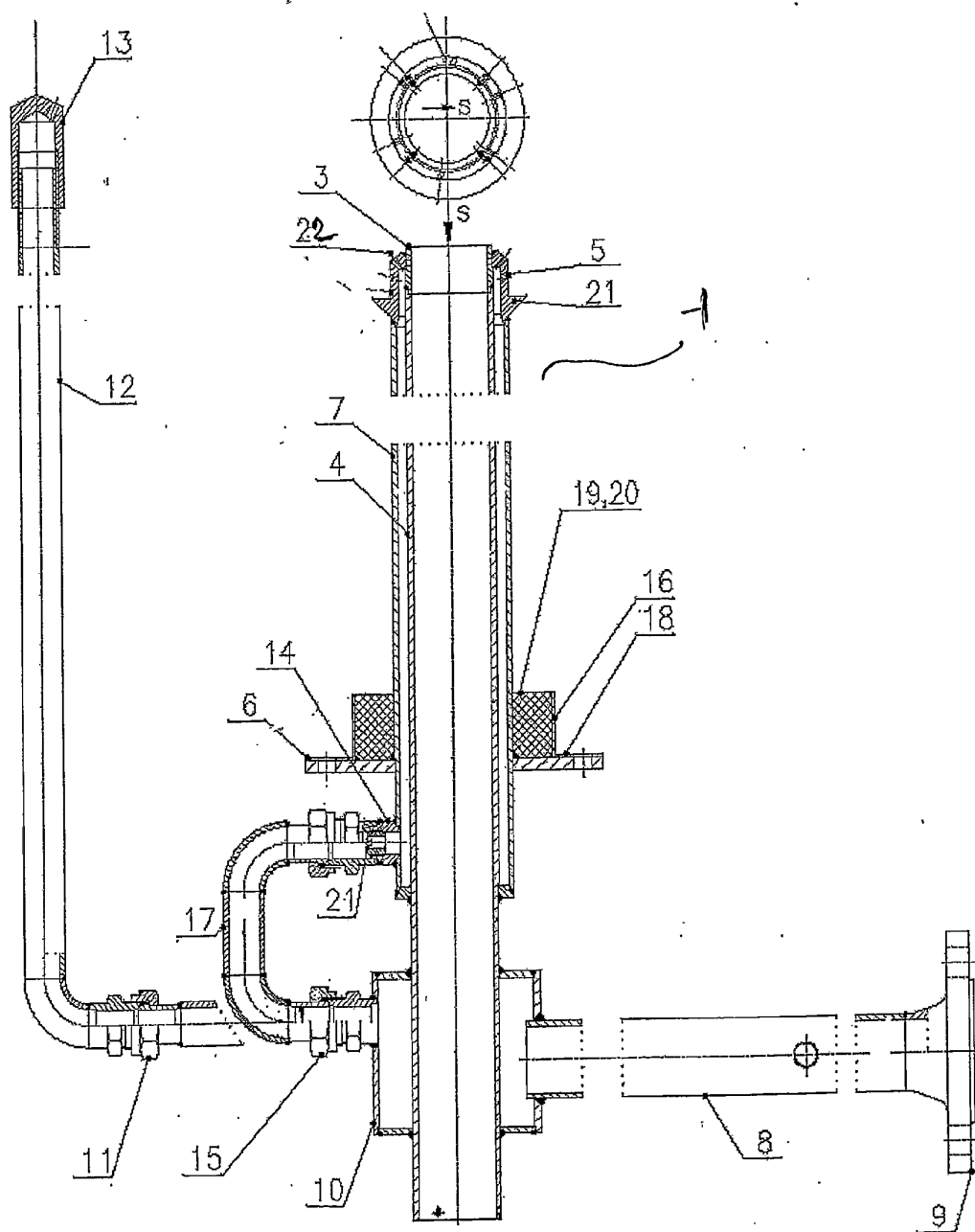


Fig.1

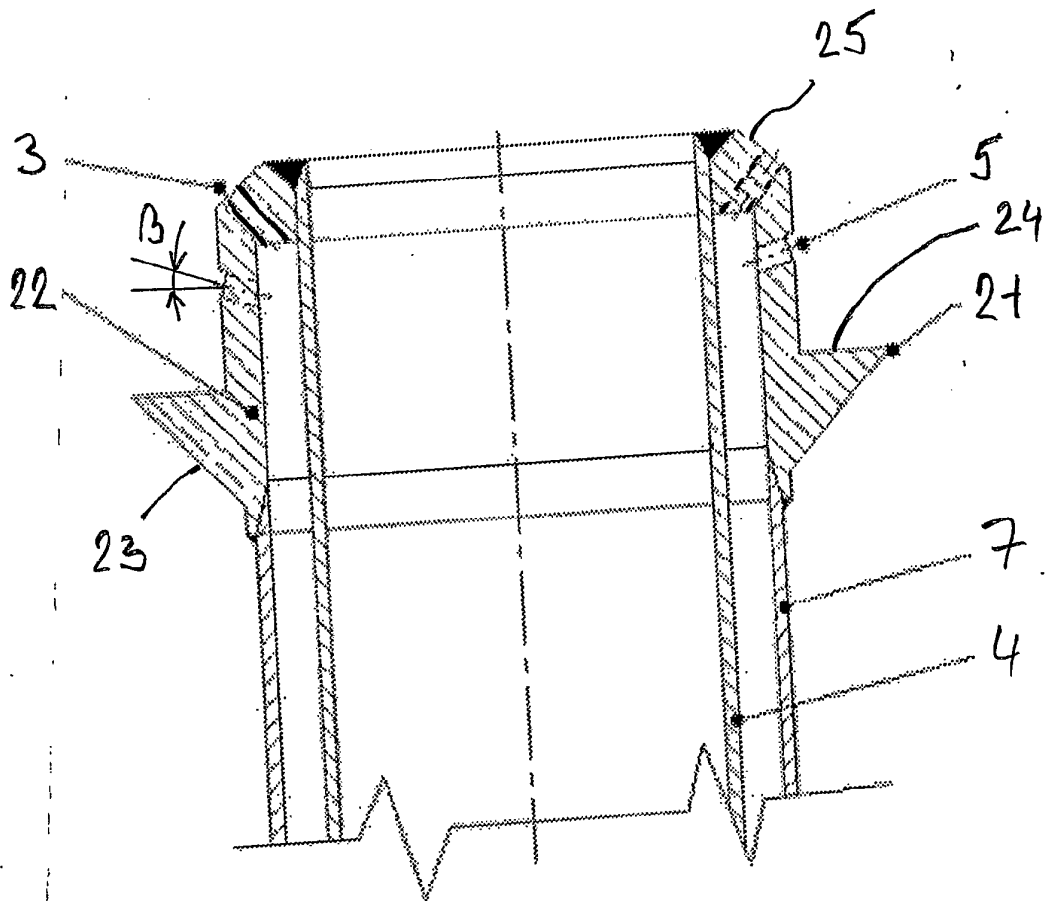


Fig.2



## EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number  
EP 13 46 6023

5

10

15

20

25

30

35

40

45

2

50

55

| DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                          |                                  |                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Category                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages                            | Relevant to claim                | CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (IPC)                  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | JP 2008 111591 A (BAB HITACHI IND CO; VOLCANO CO LTD) 15 May 2008 (2008-05-15)<br>* the whole document * | 1                                | INV.<br>F23D14/22<br>F23D14/06<br>F23D14/58<br>F23D23/00 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | JP H08 178224 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 12 July 1996 (1996-07-12)<br>* abstract *                | 1                                |                                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | US 5 660 045 A (ITO KAZUYUKI [JP] ET AL) 26 August 1997 (1997-08-26)<br>* abstract *                     | 1                                |                                                          |
| The present search report has been drawn up for all claims                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                          |                                  | TECHNICAL FIELDS SEARCHED (IPC)                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                          |                                  | F23D                                                     |
| Place of search                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                          | Date of completion of the search | Examiner                                                 |
| The Hague                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                          | 19 February 2014                 | Munteh, Louis                                            |
| <p>CATEGORY OF CITED DOCUMENTS</p> <p>X : particularly relevant if taken alone<br/>Y : particularly relevant if combined with another document of the same category<br/>A : technological background<br/>O : non-written disclosure<br/>P : intermediate document</p> <p>T : theory or principle underlying the invention<br/>E : earlier patent document, but published on, or after the filing date<br/>D : document cited in the application<br/>L : document cited for other reasons<br/>.....<br/>&amp; : member of the same patent family, corresponding document</p> |                                                                                                          |                                  |                                                          |

EPO FORM 1503 03 82 (P04C01)

**ANNEX TO THE EUROPEAN SEARCH REPORT  
ON EUROPEAN PATENT APPLICATION NO.**

EP 13 46 6023

5

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned European search report.  
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

19-02-2014

10

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)                     | Publication<br>date                    |
|-------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| JP 2008111591 A                           | 15-05-2008          | JP 4600850 B2<br>JP 2008111591 A               | 22-12-2010<br>15-05-2008               |
| JP H08178224 A                            | 12-07-1996          | NONE                                           |                                        |
| US 5660045 A                              | 26-08-1997          | JP 3183053 B2<br>JP H0828874 A<br>US 5660045 A | 03-07-2001<br>02-02-1996<br>26-08-1997 |

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0459

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

## **PŘÍLOHA Č.4**

Užitný vzor č.CZ30593U1:

**Hořáková hlava pro nízko-výhřevná paliva**

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

**30 593**

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

**F23D 14/22** (2006.01)

**F23D 14/58** (2006.01)

**F23D 17/00** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2017-33405**

(22) Přihlášeno: **13.02.2017**

(47) Zapsáno: **18.04.2017**

(73) Majitel:  
Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ

(72) Původce:  
Ing. Pavel Skryja, Rybné, CZ  
Ing. Igor Hudák, Nové město na Moravě, CZ  
Ing. Petr Bělohradský, PhD., Rosice, CZ  
prof. Ing. Petr Stehlík, CSc., Brno, CZ

(74) Zástupce:  
Kania, Sedlák, Smola, Ing. Jiří Malůšek, Mendlovo  
nám. 1a, 603 00 Brno

(54) Název užitého vzoru:  
**Hořáková hlava pro nízkovýhřevná paliva**

**CZ 30593 U1**

## Hořáková hlava pro nízkovýhřevná paliva

### Oblast techniky

Technické řešení se týká problematiky spalování nízkovýhřevných paliv z alternativních i standardizovaných zdrojů v hořáku.

#### 5 Dosavadní stav techniky

Hořáky spalující nízkovýhřevná paliva musí být navrženy tak, aby se dokázaly vypořádat s proměnlivými parametry paliva. Podle toho, z jakého procesu palivo pochází, a jak bylo získáno, se liší i jeho složení. V palivu se mohou objevovat různé nehořlavé komponenty, nejčastěji se jedná o oxid uhličitý, zejména u bioplynů, anebo dusík, který se do paliva zpravidla dostává při zplynování tuhých látek vzduchem. Kromě nestabilní koncentrace inertních látek může kolísat i složení hořlavých složek, nejčastěji metanu, vodíku, oxidu uhelnatého. Metan, vodík a oxid uhelnatý se svými vlastnostmi výrazně liší. Mají rozdílnou hmotnost, výhřevnost a také rychlost hoření.

Právě rychlost hoření je naprosto klíčová a musí se s ní při návrhu zařízení počítat. Zároveň konstrukce hořáku musí být navržena tak, aby bylo možné splnit různé provozní podmínky. Při spalování hořáku se často používá zemní plyn, který má podstatně vyšší výhřevnost než nízkovýhřevná paliva. Jedním z požadavků, ze strany provozovatele, bývá také možnost regulace výkonu v určitém rozsahu. Konstruktor proto musí při návrhu hořáku vzít v potaz rychlost proudění paliva a vzduchu, a navrhnout řešení tak, aby při provozu nedocházelo k utržívání plamene anebo jeho zpětnému zášlehu. Právě tyto parametry je obtížné dodržet.

Existuje celá řada řešení, které přistupují k problematice různým způsobem. Většinou je pravidlem, že palivo je přivedeno centrální trubkou, na kterou jsou navázány další technické prvky. Může se jednat o různé typy vířičů, neboli prvků, které zajišťují promíchání jednotlivých složek, tedy paliva a spalovacího vzduchu. Řešení podle stavu techniky využívají stupňovitýho přívodu paliva nebo vzduchu a různým způsobem řeší distribuci a míchání jednotlivých proudů.

Ve spise EP 0 487 700 B1 je popsán tzv. maticový hořák s hořákovou hlavou navrženou speciálně pro spalování nízkovýhřevných paliv. Uprostřed sestavy je umístěna trubka pro přívod paliva, na které je celá hlava uchycena. Hlava je složena ze dvou plechů, které jsou slisovány do sebe. Hořáková hlava je na pleších opatřena maticově uspořádanými otvory, přičemž každý otvor se pak chová jako samostatný malý hořák. Palivo je pak rovnou smícháváno se spalovacím vzduchem za vzniku turbulentní proudění.

Hořák představený v patentu US2016238241 (A1) slouží ke spalování chudého plynu, tedy nízkovýhřevného paliva (například syntetického plynu vzniklého gasifikací biomasy). Konstrukce hořáku využívá dvoustupňového přívodu vzduchu, aby došlo k zvětšení plamene a příznivému rozložení teplotního pole. Hořák je opatřen centrálním přívodem paliva, do kterého může být skrze čtyři vstupní otvory přimícháno ušlechtilé palivo pro zvýšení výhřevnosti anebo podporu stability. S rozšiřujícím se hořákem na výstupu je do plamene postupně přimícháván spalovací vzduch.

Ve spise WO2014204333 (A1) je popsán hořák typu fléra, který slouží pro termickou likvidaci odpadních plynů (např. metan s vysokým množstvím  $\text{CO}_2$ ), bez toho aniž by byla jejich energie využita. Přívodní potrubí je dvakrát rozšířeno a na výstupu z fléry je navržen vířič, aby se proud paliva dal do pohybu a vzniklo turbulentní proudění. Centrálně je na konci vložen kužel usměrňující palivo směrem na vířič. Za kuzelem pak palivo cirkuluje směrem k ose hořáku a díky tomu dochází k lepšímu promíchání.

Zařízení popsané ve spise US2008299506 (A1) je metalurgický hořák, primárně navržený pro spalování nízkovýhřevných paliv. Hořák disponuje centrálním potrubím pro přívod vzduchu, kolem kterého je potrubí pro přívod paliva. Z vnějšího směru je pak ještě přiveden sekundární vzduch, tak aby veškeré palivo vyhořelo. Do proudu paliva je umístěn vířič vytvářející turbulentní proudění. Vířič je možné modifikovat dle použitého paliva, zejména na základě výhřevnosti.

Spis WO2007012755 (A1) popisuje symetrický hořák. Podél centrální osy jsou postupně přivedeny jednotlivé proudy látek. Prostřední trubicí je přivedeno palivo, ze kterého je však část paliva oddělena a před spálením je smíchána se vzduchem ve speciální komoře. Na konci středové trubky je umístěn perforovaný vířič ve tvaru kužele, aby palivo usměrnil. Předmíchaná směs z komory proudí skrz trysky přímo do hořícího plamene. Sekundární vzduch je přiveden z vnějšku a pomocí vířícího elementu usměrněn tak, aby rotoval a došlo k promíchání.

Spis EP 1 436 546 představuje hořák, který využívá souprůdého uspořádání paliva a spalovacího vzduchu. Podstatou hořáku je konické rozšíření zakončené kruhovým polem trysek, které směřují do středové plochy. Je navrženo několik typů řešení geometrie vestavby s různými míscími poměry a různým vlivem na turbulentní proudění.

Cílem technického řešení je představit sestavu hořáku pro nízkovýhřevná paliva, která by zajistila dostatečnou stabilitu plamene a zároveň by odstranila kritické nežádoucí stavy vznikající při provozu, kdy dochází k utržení plamene nebo prohoření plamene do těla hořáku.

#### Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky odstraňuje hořáková hlava pro nízkovýhřevná paliva podle technického řešení, jehož podstata spočívá v tom, že v zaslepovacím čele je upevněna nosná trubka, na níž je na výstupu z hořáku připevněna hořáková hlava, která je opatřena tryskami rozmístěnými v kruhu u vnitřního obvodu hořákové hlavy a tvořícími primární stupeň hořáku, a dále je hořáková hlava po vnějším obvodu opatřena skloněnými drážkami tvořícími sekundární stupeň hořáku, a dále je k centrální hořákové trubce na výstupním konci svým vnitřním obvodem uspořádán vířič, jehož stěna má konickou geometrii rozšiřující se směrem ven, a který je na stěně opatřený otvory uspořádanými do kruhu.

Ve výhodném provedení jsou otvory na vířiči rozmístěny ve třech soustředných kruhových řadách.

V dalším výhodném provedení je přívodní potrubí paliva na stěně opatřeno návarkem pro připojení manometru nebo jiného měřidla.

V dalším výhodném provedení jsou na volném konci nosné trubky umístěny šrouby pro aretaci přidaného atomizéru.

#### Objasnění výkresu

Technické řešení bude dále přiblíženo pomocí výkresů, na kterých obr. 1 znázorňuje podélný řez vestavbou hořáku podle technického řešení s uspořádáním jednotlivých dílů, na obr. 2 je zobrazen boční pohled na hořák podle technického řešení v pohledu ve směru proudění médií, obr. 3 znázorňuje detail hořákové hlavy v prostorovém pohledu a obr. 4 znázorňuje detail vířiče spalovacího vzduchu podle technického řešení v prostorovém pohledu.

#### Příklady uskutečnění technického řešení

Na obr. 1 je vidět podélný řez vestavbou hořáku 1, který sestává z přívodního potrubí 8 paliva, opatřeného připojovací přírubou 10, přes kterou vstupuje palivo P ve směru šipky. Dále je přívodní potrubí 8 připojeno na centrální hořákovou trubku 5, která je na straně přívodního potrubí 10 ukončena zaslepovacím čelem 6, které má uprostřed otvor tak, aby jím mohla být vložena nosná trubka 7. Hořák není znázorněn celý, ale jen jeho vestavba. Kolem ní jsou ostatní standardní části hořáku, které jsou odborníkům známy, zvláště přívodní vzduchové potrubí. K centrální hořákové trubce 5 je na výstupním konci svým vnitřním obvodem 15 připojen vířič 2, a to přes redukční návarek 3. Hořáková trubka 5 a redukční návarek 3 ukončující hořákovou trubku 5 tvoří spolu s nosnou trubicí 7 sestavu, která vymezuje proud spalovaného paliva P. Palivo P tedy proudí ve směru šipky v prostoru, který má tvar dutého válce, tvořený centrální hořákovou trubicí 5 a nosnou trubicí 7. Tento válcový prostor má specifickou délku takovou, aby se původně turbulentní proudění maximálně ustálilo a došlo k jeho stabilizaci. Stabilizace přispívá k rovnoměrné distribuci paliva uvnitř válcového prostoru a palivo je pak rovnoměrně spáleno.

Nosná trubka 7 může být použita pro přidání neznázorněného atomizéru na kapalné palivo. Na volném konci nosné trubky 7 jsou umístěny šrouby 12, sloužící k aretaci takového atomizéru. Na opačném, vnitřním konci nosné trubky 7 je na výstupu z hořáku vyfrézovaná drážka, do které je vložena a přivařena hořáková hlava 4, přes kterou je distribuováno palivo do spalovacího prostoru.

Na přívodním potrubí 8 je na stěně umístěn návarek 11 pro připojení manometru nebo jiného měřidla, což je dobře vidět na obr. 2. Na přírubu 10 je možné vložit clonu a regulovat tak tlak na požadovanou úroveň.

Na obr. 3 je v prostorovém pohledu znázorněna hořáková hlava 4. Palivo P proudící hořákovou hlavou 4 je pomocí trysek 13, rozmístěných v kruhu u vnitřního obvodu a tvořících primární stupeň hořáku 1, rovnoměrně distribuováno podél centrální osy hořáku 1. Toto proudění je důležité zejména pro stabilizaci jádra plamene. Při stabilní situaci v jádru plamene může být obálka plamene ve vysoce vířivém režimu, bez toho aniž by došlo k utržení plamene nebo nestabilnímu hoření. Hořáková hlava 4 je po vnějším obvodu dále opatřena skloněnými drážkami 14, které mění směr hybnosti proudícího paliva a tvoří sekundární stupeň hořáku 1. Palivo P se dostává po průchodu skloněnými drážkami 14 do tangenciální rotace podél centrální osy hořáku 1. Rotační proudění způsobí lepší promíchání paliva se spalovacím vzduchem V, přicházejícím podél centrální hořákové trubky 5, a zároveň je plamen částečně připoután k hořákové hlavě 4.

Na obr. 4 je v prostorovém pohledu znázorněný víříč 2, jehož stěna 16 má konickou geometrii rozšiřující se směrem ven z hořáku 1, což má pozitivní efekt na proudění. Ve znázorněném provedení jsou na stěně 16 víříče 2 ve třech soustředných kruhových řadách rozmístěny otvory 9, kterými proudí spalovací vzduch. Je zřejmé, že kruh s otvory 9 může být jen jeden nebo jiný počet soustředných kruhů. Po průchodu jednotlivými otvory 9 dochází ke změně v toku vzduchu, konkrétně je vytvořeno silně turbulentní proudění, díky kterému je palivo v tangenciální rotaci se spalovacím vzduchem promícháváno ještě lépe. Úhel naklonění stěny 16 víříče 2 má důležitou roli, neboť díky sklonu je možné částečně nasměrovat proud vzduchu tak, aby směřoval do středu plamene a došlo tak k dokonalému spálení.

Hořáková hlava 4 má definovaný počet trysek 13 uspořádaných v kruhu, přičemž počet a velikost trysek 13 je určen na základě požadavku na maximální výkon, dle kterého se rozměry stanoví tak, aby požadovaný poměr paliva proudil takto vytvořeným primárním stupněm. Pro počet, šířku a hloubku skloněných drážek 14 platí, že jsou stanoveny tak, aby mohlo zbývající palivo při maximálním výkonu protékat těmito drážkami a úhel sklonu drážky 14 je vzhledem k rovině hořákové hlavy 4 určený tak, aby bylo zajištěno optimální vířivé proudění v tangenciálním směru.

#### Průmyslová využitelnost

Hořák je určen pro spalování různých typů nízkovýhřevných paliv i z jiných alternativních zařízení jako jsou zplyňovací zařízení. Vestavba najde uplatnění v provozech, kde pracují s odpadními plyny, jejichž energie je dnes mařena na flérách a spaliny jsou bez využití vypouštěny do ovzduší. Další oblastí kde je možné hořák použít, jsou bioplynové stanice a zdroje tepla na ně napojené.

40

## NÁROKY NA OCHRANU

1. Hořák, sestávající z přívodního vzduchového potrubí a z přívodního potrubí paliva, připojeného na centrální hořákovou trubku, která je na straně přívodního potrubí ukončena zaslepovacím čelem, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v zaslepovacím čele (6) je upevněna nosná trubka (7), na níž je na výstupu z hořáku (1) připevněna hořáková hlava (4), která je opatřena tryskami (13) rozmístěnými v kruhu u vnitřního obvodu hořákové hlavy (4) a tvořícími primární stupeň hořáku (1), a dále je hořáková hlava (4) po vnějším obvodu opatřena skloněnými drážkami (14) tvořícími sekundární stupeň hořáku (1), a dále je k centrální hořákové trubce (5) na

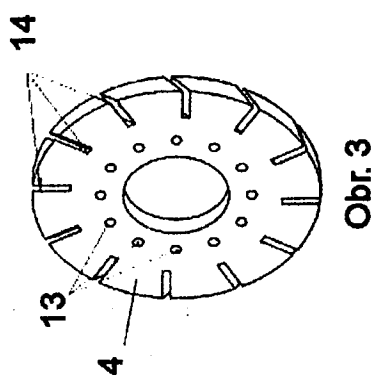
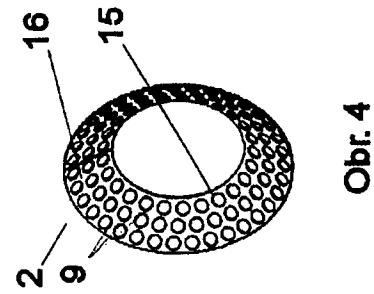
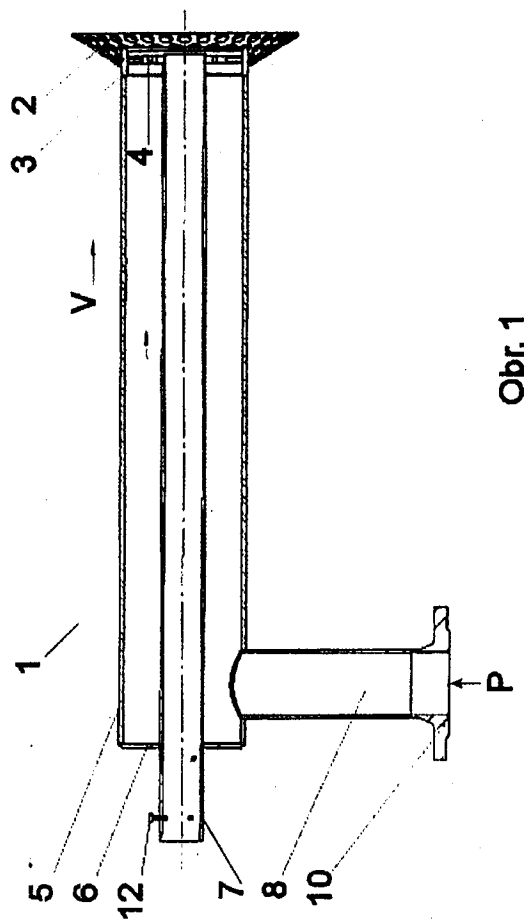
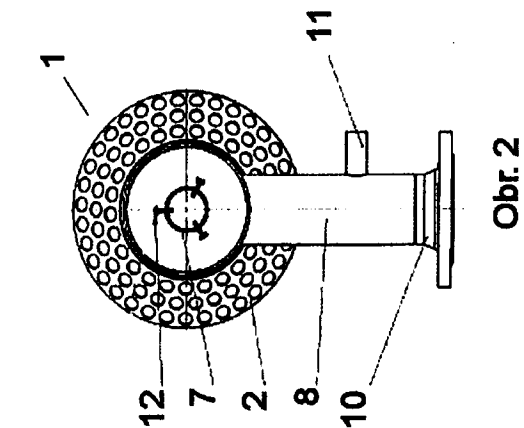
výstupním konci svým vnitřním obvodem (15) uspořádan vříč (2), jehož stěna (16) má konickou geometrii rozšiřující se směrem ven, a který je na stěně (16) opatřený otvory (9) uspořádanými do kruhu.

5 2. Hořák podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že otvory (9) na vříči (2) jsou rozmístěny ve třech soustředných kruhových řadách.

3. Hořák podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že přívodní potrubí (8) paliva je na stěně opatřeno návarkem (11) pro připojení manometru nebo jiného měřidla.

4. Hořák podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že na volném konci nosné trubky (7) jsou umístěny šrouby (12), pro aretaci přidaného atomizéru.

1 výkres



Konec dokumentu

## **PŘÍLOHA Č.5**

Patent č.CZ306669B6:

**Olejový hořák pro spalování obtížně spalitelných látek**

**CZ 306669 B6**

## Olejevý hořák pro spalování obtížně spalitelných látek

### Oblast techniky

5

Vynález se týká spalování obtížně spalitelných látek

### Dosavadní stav techniky

10

Kapalná paliva, v podstatě odpadní látky vznikající při rostlinné nebo živočišné výrobě, obsahující partikulární látky jsou v současné době v konvenčních hořácích těžko spalitelná. Palivo je před hoření potřeba atomizovat, neboť atomizace paliva zvyšuje energetické využití paliva. Ovšem problém se projevuje zejména v nemožnosti použít takového palivo z důvodu neprůchodnosti partikulárních látek výstupními tryskami atomizéru. Díky tomu dochází k ucpání trysek a vyrazení celého hořáku (resp. kotle) z provozu.

Pro atomizaci paliva se konstruuji různé tvary trysek. Ze spisu US 3 168 131 je známa tryska pro palivo ukončená rozšiřujícím se kuželovitým výústěním, kolem kterého je veden vzduch. Ze spisu US 2 758 880 je palivová tryska slisována do tvaru plochého dlouhého otvoru. Ve spise US 2 659 427 je tryska v podstatě kruhová, ale vnitřní kruh je tvořen lopatkami po obvodu a zevnitř je posuvně uspořádán regulační kužel, který má po obvodu prolisy a ty dosedají naproti lopatkám a podle nastavení vzniká tvarovaný kruhový výstupní otvor.

Cílem vynálezu je představit atomizační trysku nové konstrukce, která by umožnila atomizaci kapalného paliva s malou výhřevností pro jeho lepší spalování.

### Podstata vynálezu

30

Výše uvedené nedostatky odstraňuje atomizační tryska pro spalování obtížně spalitelných látek podle vynálezu, jehož podstata spočívá vtom, že na konci vnější trubky je našroubována jedním koncem trysková matice, která je na opačném konci opatřena dorazem a kuželovitým sražením, dále je na vnitřní trubku jedním koncem nasazen atomizér, jehož druhý konec se opírá o doraz, a je také opatřen kuželovitým sražením, které navazuje na sražení na matici, přičemž atomizér má vstupní směšovací komoru, která je ukončena výstupní tryskou a před touto výstupní tryskou je uspořádaná trysková část atomizéru, která má výstupní dutinu přecházející do kuželovitého sražení, přičemž na začátku směšovací komory je uspořádána dvojice tangenciálních trysek v až 80 řadách, přičemž trysková část atomizéru se směrem k výstupní trysce zužuje a je na ní vytvořeno sražení a kolmo na stěnu sražení jsou vyvrtány čtyři šikmé trysky, po jeho obvodu pravidelně rozložené.

Ve výhodném provedení je na vnitřní trubce proveden prstencový doraz pro opačné čelo atomizéru, než kterým doléhá na matici.

45

### Objasnění výkresů

Vynález bude dále přiblížen pomocí výkresů, na kterých obr. 1 představuje pohled na hořák z vnějšku, obr. 2 je podélný řez hořákem z obr. 1 podle čáry A–A a obr. 3 je řez atomizérem podle čáry B–B z obr. 2.

50

### Příklady uskutečnění vynálezu

Na obr. 1 je pohled na hořák 1 z vnějšku. Je vidět že sestává ze vstupu 5 paliva, který přechází do vnitřní trubky 2, kudy proudí palivo, z vnější trubky 3 pro vzduch nebo páru a na konci je matice 6 atomizéru 9.

V řezu na obr. 2 je pak velmi dobře vidět celá konstrukce hořáku 1. Zase je vidět vstup 5 paliva, který přechází do vnitřní trubky 2, kudy proudí palivo, kolem ní je uspořádaná vnější trubka 3. Do vnější trubky 3 ústí vstup 4 vzduchu nebo páry. Na konci je vnější trubka 3 opatřena vnějším závitem 8. Na ten se svým vnitřním závitem 7 našroubuje matice 6 atomizéru 9. Matice 6 pak kryje atomizér 9. Tento atomizér 9 je nasazen na konec vnitřní trubky 2, a to svou směšovací komorou 10. Směšovací komora 10 je ukončena výstupní tryskou 11 a před touto výstupní tryskou 11 je trysková část 12 atomizéru 9. Ta má výstupní dutinu 17 a výstupní dutina 17 na závěr přechází do kuželového sražení 21. Na ten navazuje kuželové sražení 15 na konci matice 6. Aby na sebe sražení 15 a 21 navazovala, je matice 6 opatřená dorazem 16.

Je potřebné zajistit effervescentní efekt u vystupujícího paliva. Proto je směšovací komora 10 atomizéru 9 opatřena vždy dvojicí tangenciálních trysek 20, kterými vstupuje do proudu paliva vzduch a dochází k vytvoření směsi. Toto přivádění vzduchu tangenciálními tryskami 20, které mohou být po zmíněných dvojicích až i např. v 80 řadách, má za účel probublat olej v trubce 2.

Uspořádání těchto tangenciálních trysek 20 je zřejmé z obr. 3., kde je řez přívodní komorou 10 atomizéru 9 hořáku 1 podle čáry B–B z obr. 2. Řez je tedy veden přes atomizér 9 právě těmito tangenciálními tryskami 20. Trysky 20 effervescentního proudu jsou umístěny tak, aby vytvářely tangenciální proud uvnitř směšovací komory 10. Toto uspořádání má za následek, že se vytvoří na výstupu rotační vír sousledný s rotací spalovacího vzduchu a další důsledek je, že tato rotace čistí vlastní směšovací komoru 10 a výstupní trysku 11.

Trysková část 12 atomizéru 9 se směrem k výstupní trysce 11 zužuje a je na ní vytvořeno sražení 22 a kolmo na stěnu sražení 22 jsou vyvrtány čtyři šikmé trysky 19 po jeho obvodu pravidelně rozložené a těmito tryskami 19 je přiváděn vzduch do zúženého proudu paliva se vzduchem skrz výstupní trysku 11. Tyto trysky 19 dodávají energii rozprašnému proudu kapiček a formují ho.

Je vidět, že trysková část 12 a směšovací komora 10 atomizéru 9 mají jiné vnější průměry. Trysková část 12 je usazena ve vnitřním průměru matice 6. Mezi tryskovou částí 12 a vnitřním průměrem matice 6 je labyrintové těsnění. Při našroubovávání matice 6 dosedne svým dorazem 16 na čelo tryskové části 12. Zároveň dosedne atomizér 9, svým opačným čelem, než kterým doléhá na matici 6, na prstencový doraz 18 provedený na vnitřní trubce 2.

### Průmyslová využitelnost

Nová konstrukce atomizační trysky umožňuje spalovat suspenzi kapalného paliva a partikulárních látek do velikosti až 2 mm. Atomizace kapalného paliva probíhá pomocí atomizačního média, které může být buď tlakový vzduch, nebo přehřátá tlaková pára. Tlak atomizačního média se pohybuje až na úroveň 800 kPa, tlak kapalného paliva je na úrovni 700 kPa. Tryska je tvořena ústím tvaru Y a effervescentním sprejem. Tryska je určena pro rozprašování kapalného paliva, které obsahuje buď partikulární látky cizího původu (není standardně obsaženo v palivu), nebo partikulární látky vytvořené technologickou přeměnou paliva (koksování, polymerace apod.).

Nová konstrukce atomizační trysky umožňuje spalovat suspenze kapalných paliv, které obsahují podíly partikulárních látek buď cizorodých, nebo látek, které vznikly při vlastní výrobě paliva. Z hlediska komerčního se v poslední době objevuje poptávka po využití olejů, které byly separovány v chemických závodech v čistírnách odpadních vod. Tyto oleje obsahují partikulární látky a nejsou proto vhodné pro běžné olejové hořáky. Další oblast využití je v použití nového typu roz-

prašovače při spalování alternativních paliv. Problémy jsou především s biooleji, kde hrozí polymerizace a pyrolýzními oleji, které ve většině případů obsahují partikulární látky (popeloviny, zbytky původního materiálu). Při zkouškách nového typu rozprašovače bylo ověřeno, že je možné tímto způsobem spalovat jak alternativní paliva, tak oleje znečištěné.

5

## PATENTOVÉ NÁROKY

10

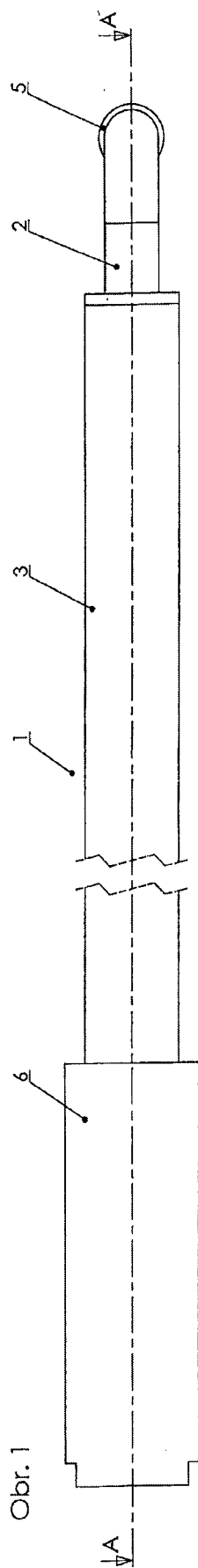
1. Olejový hořák pro spalování obtížně spalitelných látek, který obsahuje vstup (5) paliva, který přechází do vnitřní trubky (2), kudy proudí palivo, a vnější trubku (3) pro vzduch nebo páru, **vyznačující se tím**, že na konci vnější trubky (3) je našroubována jedním koncem trysková matice (6), která je na opačném konci opatřena dorazem (16) a kuželovitým sražením (15), dále je na vnitřní trubku (2) jedním koncem nasazen atomizér (9), jehož druhý konec se opírá o doraz (16), a je také opatřen kuželovitým sražením (21), které navazuje na sražení (15) na matici (6), přičemž atomizér (9) má vstupní směšovací komoru (10), která je ukončena výstupní tryskou (11) a před touto výstupní tryskou (11) je uspořádaná trysková část (12) atomizéru (9), která má výstupní dutinu (17) přecházející do kuželovitého sražení (21), přičemž na začátku směšovací komory (10) je uspořádána dvojice tangenciálních trysek (20) v až 80 řadách, přičemž trysková část (12) atomizéru (9) se směrem k výstupní trysce (11) zužuje a je na ní vytvořeno sražení (22) a kolmo na stěnu sražení (22) jsou vyvrtány čtyři šikmé trysky (19), po jeho obvodu pravidelně rozložené.

25

2. Olejový hořák podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že na vnitřní trubce (2) je proveden prstencový doraz (18) pro opačné čelo atomizéru (9), než kterým doléhá na matici (6).

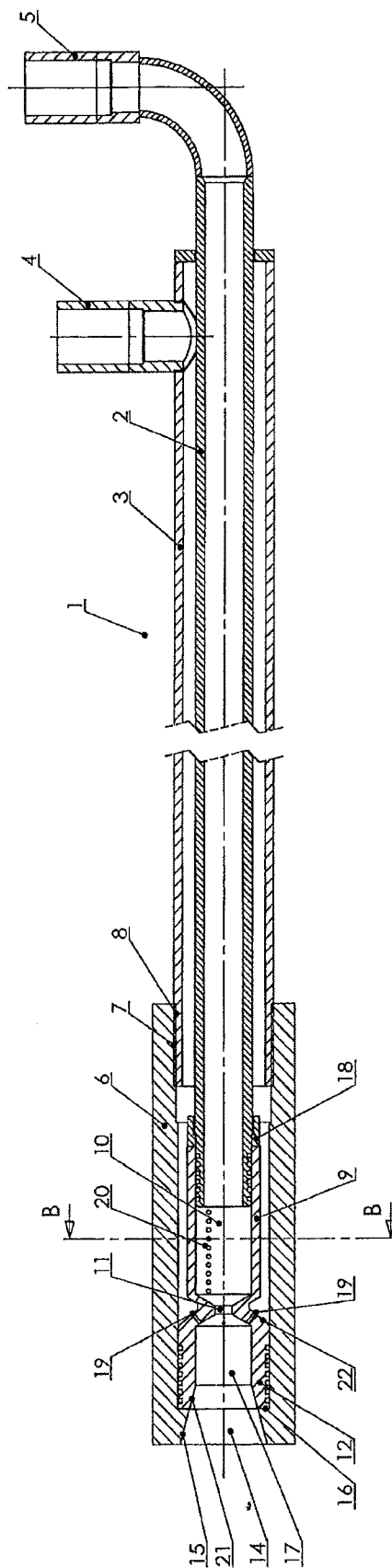
30

1 výkres



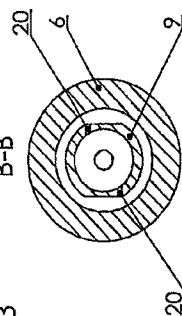
A-A

Obr. 2



Obr. 3

B-B



Konec dokumentu

## **PŘÍLOHA Č.6**

Patent č.: CZ306285B6:

**Plynový hořák**

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 306 285

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

**F23D 14/00** (2006.01)

**F23D 14/48** (2006.01)

**F23D 14/58** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLového  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-167**  
(22) Přihlášeno: **09.03.2015**  
(40) Zveřejněno: **16.11.2016**  
(Věstník č. 46/2016)  
(47) Uděleno: **05.10.2016**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **16.11.2016**  
(Věstník č. 46/2016)

(56) Relevantní dokumenty:

US 4505666 A; EP 0007697 A; CN 101936530 A; JP H02106607 A.

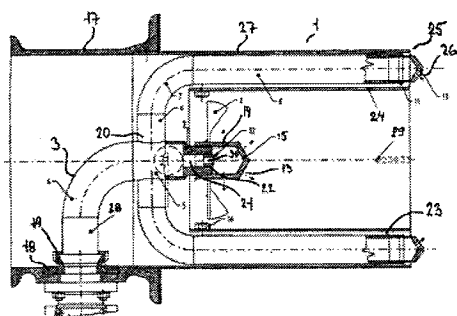
(73) Majitel patentu:  
Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ  
PBS Power Equipment, s.r.o., Třebíč, CZ

(72) Původce:  
Ing. Pavel Skryja, Rybné, CZ  
Ing. Petr Bělohradský, Ph.D., Popůvky, CZ  
Ing. Karel Pléha, Lipník, CZ  
Ing. Lubomír Vítek, Třebíč, CZ

(74) Zástupce:  
Kania, Sedlák, Smola, Ing. Jiří Malůšek, Mendlovo  
nám. 1a, 603 00 Brno

(54) Název vynálezu:  
**Plynový hořák**

(57) Anotace:  
Plynový hořák, kdy je na nátrubku (9) vedoucím z rozdělovače (5) k centrální primární hořákové hlavě (15) uspořádána omezovací clona (12) opatřená průchozím otvorem (30) menším než je otvor nátrubky (9) a na nátrubku (12) je nasazena centrální primární hořáková hlava (15), která je opatřena vířičem (2) a nad ním ve směru výstupu z hořáku (1) jsou po obvodu primární hořákové hlavy provedeny radiální stabilizační trysky (14).



CZ 306285 B6

## Plynový hořák

### Oblast techniky

5

Vynález se týká plynového hořáku s hořákovou hlavou s axiálními výkonovými tryskami, která je uspořádaná v ose válcového hořákového pláště, který je odspodu otevřený, pro vstup spalovacího vzduchu, přičemž na výstupu z pláště jsou uspořádány další trysky s palivem, přičemž pří-

10

vodní trubka paliva je před centrální primární hořákovou hlavou rozdělena v rozdělovači do více-ro obvodových trubek uspořádaných do kruhu jejichž trysky ústí na ústí hořáku.

### Dosavadní stav techniky

15

Plynové hořáky jsou určeny pro spalování plynných paliv a slouží zejména jako zdroj tepla pro přetlakové a podtlakové teplovodní kotle. Lze je však použít i pro další spotřebiče s odpovídajícím prostorem pro spalování, u kterých nebudou namáhány vnějším žářem. Konstrukčně jsou tyto hořáky řešeny jako monoblokové, tzn., že ventilátor a veškeré komponenty jsou součástí tělesa hořáku. Chod hořáku je plně automatický, vhodný i pro bezobslužné řízení kotlen. Z hlediska způsobu směřování zemního plynu se vzduchem patří blokové hořáky mezi hořáky bez předmísení plynu se vzduchem. Směšování probíhá až v ústí hořáku při současném spalování vytvořené směsi. Podle způsobu spalování patří blokové hořáky mezi hořáky s volným plamenem. Z tohoto důvodu je hořák opatřen spalovací hlavou, která spaluje palivo v jednom stupni. Při jednostupňovém spalování vznikají teplotní špičky, které jsou příčinou vzniku termických  $\text{NO}_x$ .

25

Cílem vynálezu je představit plynový hořák, který by umožnil snížit emise termických  $\text{NO}_x$ .

30

### Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje plynový hořák podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na nátrubku vedoucím z rozdělovače k centrální primární hořákové hlavě je uspořádána omezovací clona opatřená průchozím otvorem menším než je otvor nátrubku a na nátrubku je na-

35

sazena centrální primární hořáková hlava, která je opatřena vířičem a nad ním ve směru výstupu z hořáku jsou po obvodu primární hořákové hlavy provedeny radiální stabilizační trysky.

Ve výhodném provedení je po délce obvodových trubek pro palivo zakončených přídavnými hlavami s tryskami kolem primární hlavy uspořádán válcový plášť sahající až po obvodové sekundární hlavy a válcový plášť je vymezen vůči vnější trubce hořáku vymezovacími prvky a šrouby a vytvoří se tak mezikruž.

40

### Objasnění výkresů

45

Vynález bude přiblížen pomocí výkresů, na kterých obr. 1 znázorňuje řez závěrečnou částí hořáku a obr. 2 je pohled z boku na hořák z obr. 1.

50

### Příklad uskutečnění vynálezu

Jak je vidět na obr. 1, hořák 1 sestává z vnější trubky 27 tvořící na svém konci difuzor 25, přičemž v tomto řezu je patrná i část vzduchové skříně 17. Plynová část je pak připevněna ke vzduchové skříně 17 pomocí příruby 18 přes matici 19. Plyn vstupuje do hořáku nátrubkem 28 přívodní trubky 3 a pokračuje přes koleno 4. Potom se proud plynu v rozdělovači 5 větví do čtyř sekun-

55

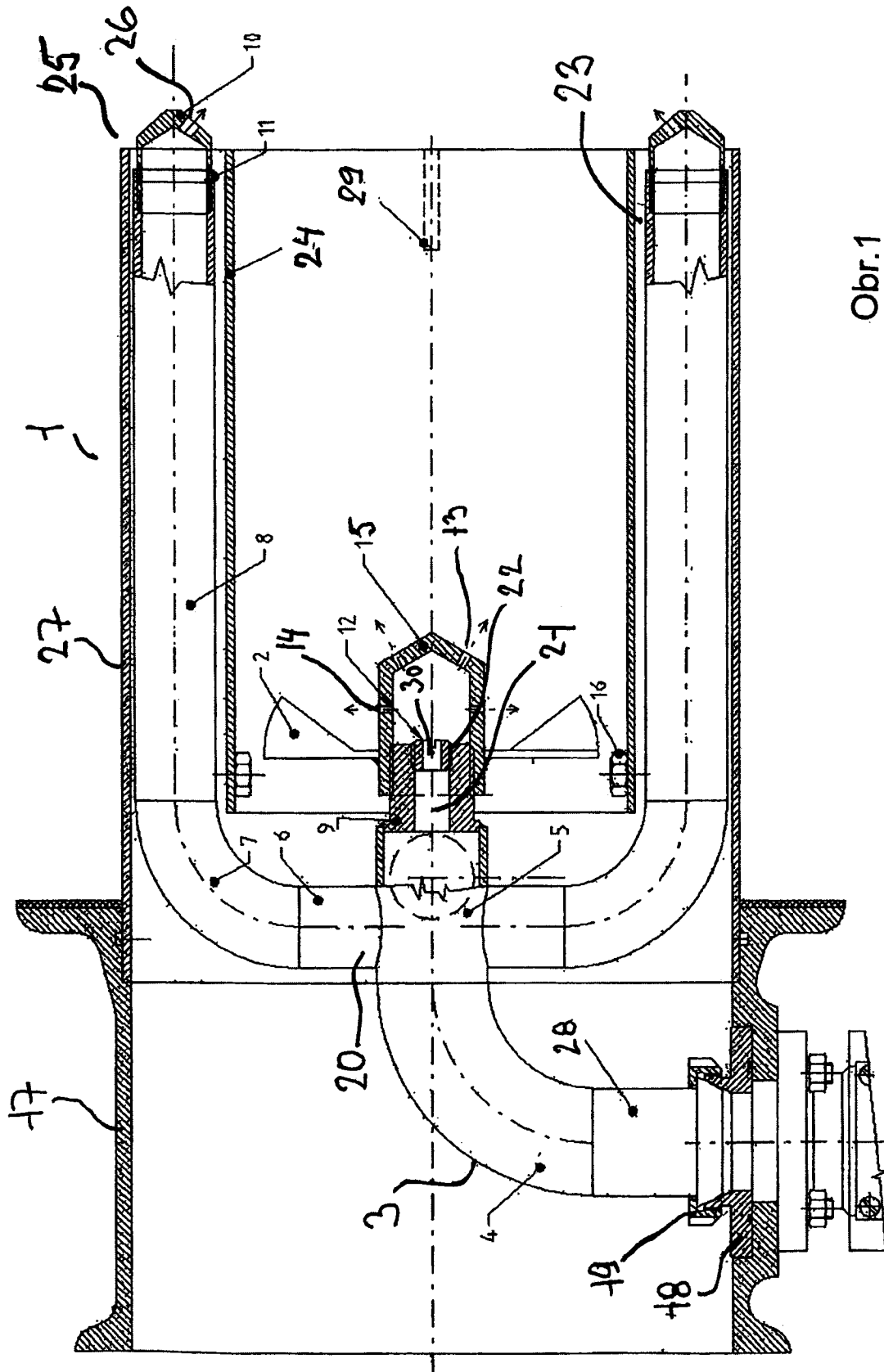
dárních plynových potrubí 6 sestávajících z nátrubku 20, kolena 7 a trubky 8. Na konci trubek 8 jsou namontovány obvodové sekundární hlavy 10 s tryskami 26 zajištěné kontramatkou 11. Plyn je také veden do primární centrální hlavy 15 uspořádané svým vnitřním závitem na závitovém nátrubku 9, nasazeném na konci přívodní trubky 3. Ve vnitřním průchodu 21 nátrubku 9 je na jeho konci proveden závit 22, do kterého je svým vnějším závitem nasazena omezovací clona 12, která určuje množství primárního paliva. Na centrální primární hlavě 15 jsou provedeny axiální výkonové trysky 13 na jejím čele a radiální stabilizační trysky 14 na jejím válcovém plášti. Dále je na centrální primární hlavě 15 přivařen víříč 2, který stabilizuje plamen v primárním spalovacím kanálu vymezeném válcovým pláštěm 24. Primární spalovací kanál je tvořen válcovým pláštěm 24, který je k trubce 27 difuzoru 25 připevněn přes šroub 16. V místě ústí je válcový plášť 24 vymezen vůči vnější trubce 27 difuzoru 25 vymežovacím prvkem 29. Primárním spalovacím kanálem tvořeným válcovým pláštěm 24 je přiveden největší podíl spalovacího vzduchu. Mezikružím 23 mezi válcovým pláštěm 24 primárního spalovacího kanálu a vnější trubkou 27 difuzoru 25 je přiváděn sekundární spalovací vzduch. Plynovzdušná směs je tak spalována ve dvou stupních. První stupeň je spalován v plamenci s velkým přebytkem spalovacího vzduchu. První stupeň má výkon cca 20 % celého výkonu hořáku. Ve druhém stupni je spalován zbývající potřebný plyn pro daný výkon v režimu s přebytkem vzduchu ideálně v rozmezí 1,05 až 1,2 násobku stechiometrického poměru.

Plynovzdušná směs primárního stupně je tvořena pomocí víříče 2 a primární hořákové hlavy 15. Hořáková hlava 15 má systém trysek 13, 14 vytvořený tak, že jsou orientovány tak, že část těchto trysek, tedy axiální trysky 13, tvoří výkon a část trysek, tedy radiální trysky 14, vytváří stabilitu hoření. V primární části uvnitř válcového pláště 24 je tlak snížen oproti sekundární části v přívodní trubce 3 pomocí omezovací clony 12. Výtok plynu je pak v této oblasti válcového pláště 24 nižší, což je předpokladem pro dobrou stabilitu hoření. Lopatkový víříč 2 umístěný před vzduchovou skříní 17 vytváří turbulentní proudění vzduchu před vlastním smícháním tohoto okysličovadla s palivem v difuzoru 25 a toto turbulentní proudění vzduchu zajišťuje pozdější dokonalé promíchání s palivem. Sekundární část má čtyři obvodové sekundární hlavy 10 umístěné po vnějším obvodu vnitřního plamence. Sekundární plyn proudí z obvodových sekundárních hlav 10 axiálně a je zde provedeno mezikružím 23, kudy proudí spalovací vzduch. Tento vzduch jednak chladí vnitřní plamenec ve válcovém plášti 24 a současně je tudy přiváděn sekundární vzduch do spalovacího prostoru, kde je smícháván se sekundárním palivem. Vzduch tedy do spalovacího prostoru vstupuje taktéž ve dvou stupních.

## PATENTOVÉ NÁROKY

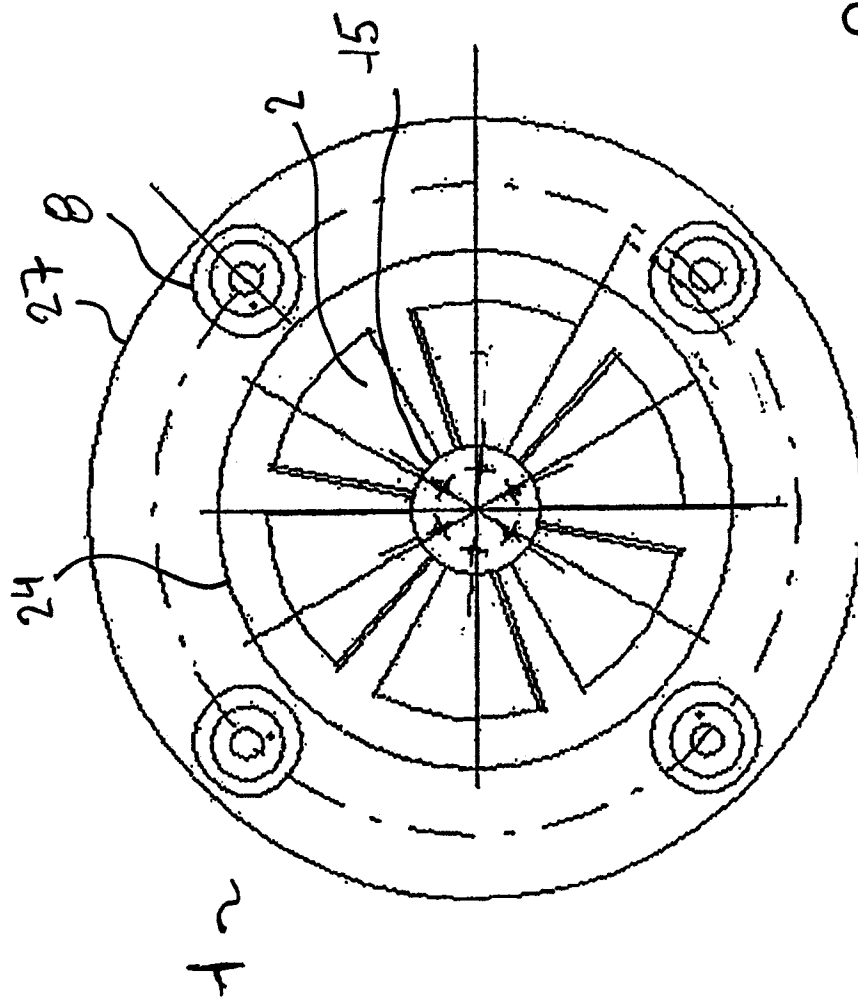
1. Plynový hořák s hořákovou hlavou s axiálními výkonovými tryskami, která je uspořádaná v ose vnější trubky hořáku, která je odspodu otevřená pro vstup spalovacího vzduchu, přičemž přívodní trubka paliva je před centrální primární hořákovou hlavou rozdělena v rozdělovači do vícero obvodových trubek uspořádaných do kruhu, jejichž trysky ústí na ústí hořáku, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že na nátrubku (9) vedoucím z rozdělovače (5) k centrální primární hořákové hlavě (15) je uspořádána omezovací clona (12) opatřená průchozím otvorem (30) menším než je otvor nátrubku (9) a na nátrubku (9) je nasazena centrální primární hořáková hlava (15), která je opatřena víříčem (2) a nad ním ve směru výstupu z hořáku (1) jsou po obvodu primární hořákové hlavy provedeny radiální stabilizační trysky (14).

2. Plynový hořák podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že po délce obvodových trubek (8) pro palivo zakončených obvodovými sekundárními hlavami (10) s tryskami (26) je kolem primární hlavy (15) uspořádán válcový plášť (24) sahající až po přídavné hlavy (10) a válcový plášť (24) je vymezen vůči vnější trubce (27) hořáku (1) vymežovacími prvky (29) a šrouby (16) pro vytvoření mezikružím (23).



Obr. 1

Obr.2



Konec dokumentu

## **PŘÍLOHA Č.7**

Patent č.: CZ305842B6:

**Hořáková hlava stabilizačního hořáku**

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 305 842

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

**F23D 11/40** (2006.01)

**F23D 14/48** (2006.01)

**F23D 14/58** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2014-412**  
(22) Přihlášeno: **13.06.2014**  
(40) Zveřejněno: **06.04.2016**  
**(Věstník č. 14/2016)**  
(47) Uděleno: **24.02.2016**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **06.04.2016**  
**(Věstník č. 14/2016)**

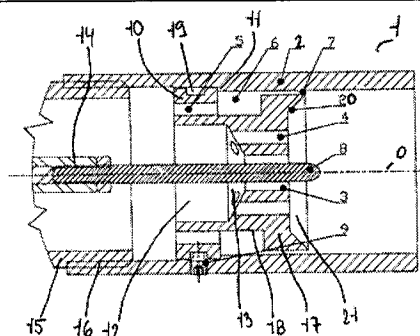
(56) Relevantní dokumenty:

EP 0564313 A; DE 19626240 A; CH 692961 A; CA 937152 A; DE 102006012089 A.

(73) Majitel patentu:  
Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ

(72) Původce:  
Ing. Pavel Skryja, Rybné, CZ  
Ing. Petr Bělohradský, Ph.D., Popůvky, CZ  
prof. Ing. Petr Stehlík, CSc., dr.h.c., Brno, CZ  
Ing. Vít Kermes, Ph.D., Rudná, CZ

(74) Zástupce:  
Kania, Sedlák, Smola, Ing. Jiří Malůšek, Mendlovo  
nám. 1a, 603 00 Brno



(54) Název vynálezu:  
**Hořáková hlava injektorového  
stabilizačního hořáku**

(57) Anotace:  
Hořáková hlava injektorového stabilizačního hořáku sestávající z koncové trubky (2), která je přes závit (16) nasazena na hořákové trubce (15), ve které je uspořádána vestavba (20), jejíž okraj vytváří štěrbinu pro obvodovou trysku (7) a v jejímž středu jsou uspořádány středová tryska (3) a vnitřní trysky (4) pro vytvoření turbulentní části proudu, kde je vestavba (20) v koncovém nástavci (2) upevněna přes upevňovací prstenec (10), který je opatřen vstupními kanálky (5) pro proud paliva vyvrtanými po jeho obvodu souose s osou (o) hořákové hlavy (1), přičemž na konci upevňovacího prstence (10) je provedena kruhová obvodová drážka (18), která tvoří obvodovou vyrovnávací komůrku (6), navazující přímo na výstupy ze vstupních kanálků (5) a na drážku (18) navazuje válcové rozšíření (17), jehož vnější průměr je menší, než vnitřní průměr trubkového koncového nástavce (2) a mezi nimi vznikne mezikružní vytvořené jako obvodová tryska (7) pro proud paliva, přičemž uprostřed nástavby (20) je provedena středová tryska (3), ve které je uspořádána elektroda (8) a kolem středové trysky (3) jsou uspořádány vnitřní trysky (4), přičemž čelo vnitřní vestavby (20) je opatřeno čelním odlehčením (21).

CZ 305842 B6

## Hořáková hlava injektorového stabilizačního hořáku

### Oblast techniky

5

Technické řešení se týká hořákové hlavy injektorového stabilizačního hořáku, ve kterém bude spalována směs paliva a spalovacího vzduchu. Předmětem vynálezu je hlava zapalovacího a stabilizačního hořáku, který se používá u procesních a výkonových hořáků s výkonem 10 až 30kW pro zapálení plamene nebo pro zapálení a následnou stabilizaci plamene. Hořák je injektorového typu.

10

### Dosavadní stav techniky

15 V hlavě probíhá spalování plynovzdušné směsi, která je připravena v těle hořáku. Pro stabilizaci plamene se v běžných procesních hořácích používá injektorový stabilizační hořák. Tento stabilizační hořák zajišťuje zapalování a následnou stabilizaci plamene hlavního hořáku. Jako palivo se běžně používá zemní plyn nebo propan–butan. V některých aplikacích je však nutné pro stabilizační hořáky použít plyn procesní, který se spaluje v hlavním hořáku. V průběhu provozu se  
20 však kvalita plynu může měnit. Zejména při startu procesu bývá plyn jiné kvality (jiného složení) než při běžném provozu. Zejména vodík je významnou složkou paliva, která ovlivňuje kvalitu spalování. Větší množství vodíku zvyšuje spalovací rychlost a tak dochází k prohoření plamene do těla stabilizačního hořáku (tzv. flashback). V takovémto případě je nucen konstruktér navrhnout hlavu stabilizačního hořáku tak, aby rychlost plynovzdušné směsi byla v rovnováze s rychlostí hoření. Pokud je takto hlava navržena a dojde k poklesu obsahu vodíku v palivu, dochází  
25 k tzv. utržení plamene (blow–off).

Hořákové hlavy mají různá provedení. Zpravidla se jedná o konstrukce, kdy je proveden hořákový nástavec jako závěrečná trubková struktura, ve které je umístěna vnitřní vestavba, jejíž hlavní  
30 částí je centrální trubka přívodu paliva, které jsou instalovány různé vířiče a usměrňovače, které mají za úkol vytvářet pro daný účel optimální proud paliva, respektive proudy paliva. Jeden z nich je veden prstencovitě kolem trubky a další právě přes vířiče a usměrňovače třístící centrální proud z centrální trubky.

35 Např. ve spise CA937152 je představena hořáková hlava, kdy je uvnitř nástavcové trubky uspořádána centrální trubka s přívodem paliva, která je opatřena na svém výstupu vířičem se stacionárními lopatkami, z kterého vystupuje k vnitřnímu okraji nástavcové trubky kónicky se otevírající usměrňovač, která navádí část proudu plynu na trasu kolem nástavcové trubky. Tato část proudu je v zásadě prstencového tvaru a je rovná. Naopak na vířiči dochází k promíchávání přímého proudu z centrální trubky s turbulentními proudy z vířiče.  
40

Ve spise CH 692961 je představena hořáková hlava, kdy je uvnitř nástavcové trubky uspořádána opět centrální trubka s přívodem paliva, která je opatřena na svém výstupu usměrňovačem, který navádí část proudu k vnitřnímu průměru nástavcové trubky, a uvnitř tohoto usměrňovače je kruhová rozvířovací hlava, která je opatřena po obvodu šikmými kanály, které vytvářejí turbulence u části plynu vystupujícího z centrální palivové trubky.  
45

Ve spise DE 10 2006 012 089 je představena hořáková hlava, kdy je uvnitř nástavcové trubky uspořádána opět centrální trubka s přívodem paliva, která je opatřena na svém výstupu hlavicí, která po svém obvodu navádí část proudu k vnitřnímu průměru nástavcové trubky, a která je kuželová, přičemž na kuželové stěně jsou provedeny otvory, které pod různým úhlem směřují části hlavního proudu na vnitřní stěnu trubkového nástavce, a tyto proudy se mísí s prstencovým proudem po obvodu nástavce a rozvířují jej.  
50

Ve spise DE 198 01 426 je představena hořáková hlava, kdy je uvnitř nástavcové trubky uspořádána opět centrální trubka s přívodem paliva, která je opatřena na svém výstupu hlavici, která po svém obvodu navádí část proudu k vnitřnímu průměru nástavcové trubky, a která je pak kruhový odkláněcí plech, který odklání proud plynu a tím i plamen ke stěnám metalurgické nádoby, kterou má zevnitř ohřívat.

Cílem technického řešení je konstrukce hlavy stabilizačního hořáku, která bude schopna zajistit dostatečnou stabilitu plamene a odstraní kritické stavy provozu, při kterých dochází k utržení plamene resp. prohoření plamene do těla hořáku.

#### Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje do značné míry hořáková hlava podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že její vestavba je v koncovém nástavci upevněna přes upevňovací prstenec, který je opatřen vstupními kanálky pro proud paliva vyvrtanými po jeho obvodu souose s osou hořákové hlavy, přičemž na konci upevňovacího prstence je provedena kruhová obvodová drážka, která tvoří obvodovou vyrovnávací komůrku, navazující přímo na výstupy ze vstupních kanálků a na drážku navazuje válcové rozšíření, jehož vnější průměr je menší, než vnitřní průměr trubkového koncového nástavce a mezi nimi vznikne mezikruží vytvořené jako obvodová tryska pro proud paliva, přičemž uprostřed nástavby je provedena středová tryska, ve které je uspořádána elektroda a kolem středové trysky jsou uspořádány vnitřní trysky, přičemž čelo vnitřní vestavby je opatřeno čelním odlehčením.

Ve výhodném provedení na zadním čele nástavby je proveden vnitřní středový rozvaděč paliva, na nějž navazuje kónická dutina, kde je uspořádán vstup do vnitřních trysek.

V jiném výhodném provedení je v upevňovacím prstenci proveden obvodový zápch.

V dalším výhodném provedení je upevňovací prstenec doražen k vnitřnímu osazení provedeném na koncové trubce.

V dalším výhodném provedení je vnitřních trysek osm a vstupních kanálků také osm.

#### Objasnění výkresu

Vynález bude dále vysvětlen pomocí výkresů, na kterých obr. 1 představuje podélný řez hořákovou hlavou podle vynálezu a obr. 2 představuje čelní pohled na hořákovou hlavu podle vynálezu z obr. 1.

#### Příklad uskutečnění vynálezu

Z obr. 1 je patrné, že hořáková hlava 1 podle vynálezu sestává z hořákového koncového nástavce 2, nasazeného přes závit 16 na hořákové trubce 15, přičemž v nástavci 2 je uspořádaná vnitřní vestavba 20. Ta sestává z upevňovacího prstence 10 upevněného pevně v koncovém nástavci 2 přes šrouby 9 pronikající do zápichu 19 a doraženého k vnitřnímu osazení 11. Tento upevňovací prstenec 10 je opatřen vstupními kanálky 5 vyvrtanými po jeho obvodu souose s osou o hořákové hlavy 1. Vstupních kanálků je osm. Na konci upevňovacího prstence 10 je provedena kruhová obvodová drážka 18, která tvoří obvodovou vyrovnávací komůrku 6, navazující přímo na výstupy ze vstupních kanálků 5. Na drážku 18 pak navazuje válcové rozšíření 17, jehož vnější průměr je menší, než vnitřní průměr trubkového koncového nástavce 2 a mezi nimi tudíž vznikne mezikruží, které vytvoří obvodovou trysku 7. Tudy pak prochází vnější prstencovitý proud paliva. Hlavní proud paliva se dělí za středovým rozvaděčem 12 a to tak, že vstupuje buď do středového

kanálu 3, ve kterém je rovněž usprádaná elektroda 8 uchycená v držáku 14, nebo jde do vnitřních trysek 4 v oblasti poutače, které obklopují středový kanál 3. Takto se proud paliva přicházející z hořákové trubky 15 dělí do tří proudů – proud v obvodové trysce 7, proud z vnitřních trysek 4 a proud ze středového kanálu 3. Na středový rozvaděč 12 navazuje kónická dutina 13 kde je vstup do vnitřních trysek 4.

Čelo vnitřní vestavby 20 je opatřeno čelním odlehčením 21, díky kterému je vnější tryska 7 předsunutá před výstupy ze středové trysky 3 a vnitřních trysek 4. Z vnější trysky 7 vychází plyn s podstatně nižší rychlostí. Plamen z této trysky 7 stabilizuje střed plamene, kde je rychlost plynu vyšší. Současně výstup plynu ze středních trysek vytváří turbulentní víření v této oblasti, tím také dochází k zpomalení a plamen je v této oblasti poután.

Obvodová tryska 7, středová tryska 3 a vnitřní trysky 4 jsou dobře zřejmé z obr. 2.

Každý z těchto proudů v tryskách 7, 4 a 3 má jiný rychlostní profil. Středová tryska 3 a vnitřní trysky 4 v oblasti poutače jsou navrženy pro vyšší rychlost plynovzdušné směsi a pro vlastní výkon stabilizačního hořáku, obvodová tryska 7 je navržena pro stabilizaci plamene. Největší rychlost plynovzdušné směsi je středovou tryskou 3 ve středu hořáku. Touto středovou tryskou 3 proudí podstatná část této směsi. Přes tuto středovou trysku 3 prochází zapalovací a hlídací elektroda 8. Soustava osmi vnitřních trysek 4 v oblasti poutače v blízkosti střední trysky 3 umožňuje proudit plynovzdušné směsi tak, že dochází při výstupu z těchto trysek 4 k víření plynu a částečné stabilizaci plamene na tomto poutači. Plyn ze vstupních kanálků 5 proudí do vyrovnávací komůrky 6, která je tvořena prstencem. V této komůrce 6 dochází k výraznému zpomalení plynovzdušné směsi a v prostoru mezikruží vychází obvodovou tryskou 7 tato plynovzdušná směs do spalovacího prostoru. Mezikruží je velmi malé a dostatečně zpomalí plynovzdušný proud a zároveň neumožňuje zpětné prohoření plamene do hořáku. V případě, že by přesto plamen prohořel do vyrovnávací komůrky 6, dojde vzhledem k rychlostnímu profilu obvodových kanálků 5 v této oblasti k vytlačení plamene před vlastní prostor mezikruží tedy před obvodovou trysku 7 do spalovacího prostoru.

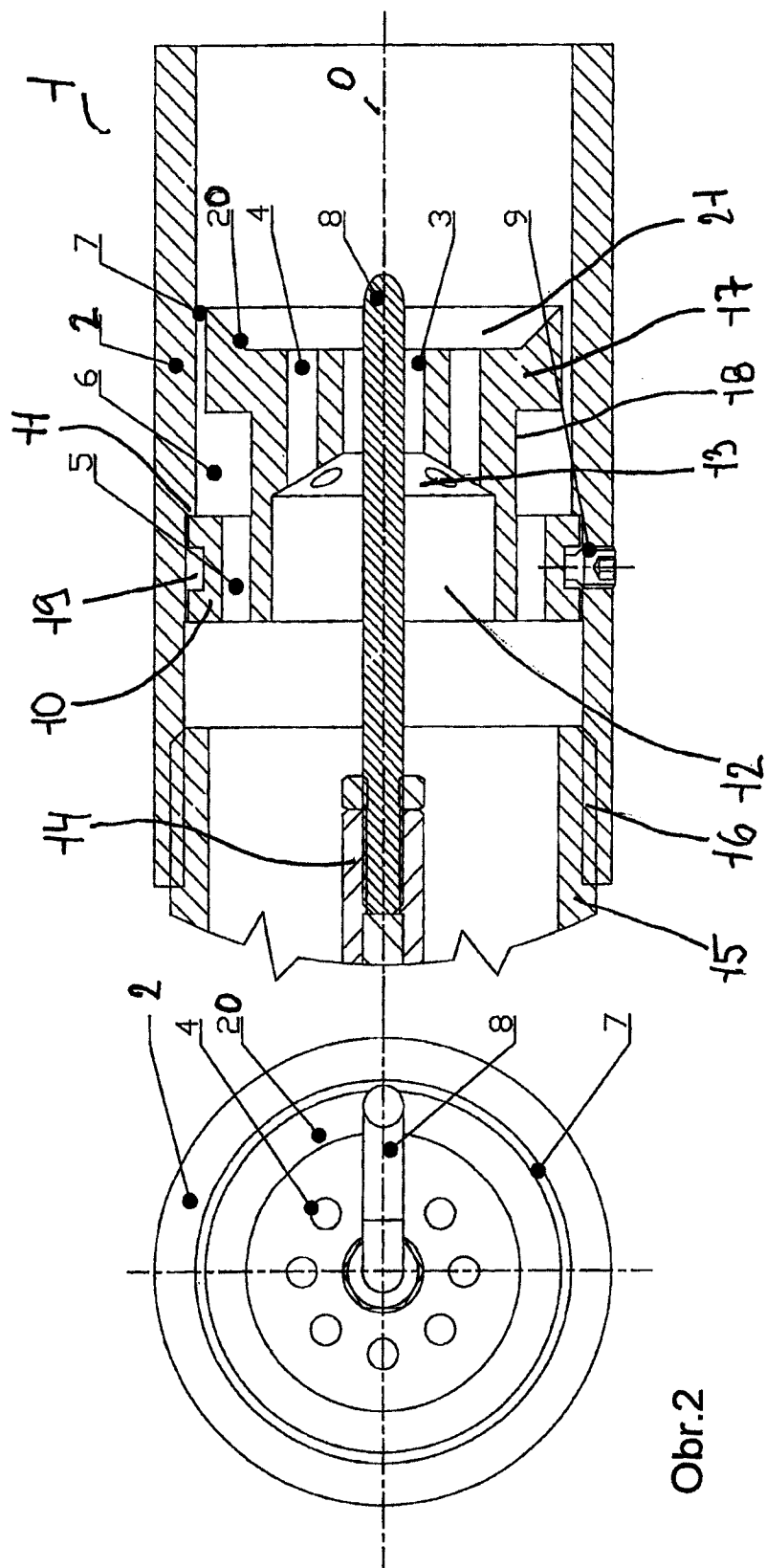
Nová konstrukce hořákové hlavy zajistí maximální stabilitu plamene jak při podstechiometrickém spalování plynovzdušné směsi s přidávným sekundárním vzduchem, tak s výrazně nadstechiometrickým přebytkem vzduchu (s chudou směsí). Výhodou nové konstrukce hlavy je zejména vysoká stabilita hoření a vysoká odolnost proti zpětnému prohoření (tzv. flashback). Hořák je dodáván na míru konkrétní aplikace. Pouze jsou zachovány základní prvky. Geometrie hlavy hořáku rozhoduje o stabilitě plamene a zabraňuje zpětnému prohoření do hořáku (flashback).

## PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Hořáková hlava injektorového stabilizačního hořáku sestávající z koncové trubky (2), která je přes závit (16) nasazena na hořákovou trubku (15), ve které je uspořádaná vestavba (20), jejíž okraj vytváří šterbinu pro obvodovou trysku (7) a v jejímž středu jsou uspořádány středová tryska (3) a vnitřní trysky (4) pro vytvoření turbulentní části proudu, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vestavba (20) je v koncovém nástavci (2) upevněna přes upevňovací prstenec (10), který je opa-
- 10 třen vstupními kanálky (5) pro proud paliva vyvrtanými po jeho obvodu souose s osou (o) hořákové hlavy (1), přičemž na konci upevňovacího prstence (10) je provedena kruhová obvodová drážka (18), která tvoří obvodovou vyrovnávací komůrku (6), navazující přímo na výstupy ze vstupních kanálků (5) a na drážku (18) navazuje válcové rozšíření (17), jehož vnější průměr je menší, než vnitřní průměr trubkového koncového nástavce (2) a mezi nimi vznikne mezikružní vy-
- 15 tvořené jako obvodová tryska (7) pro proud paliva, přičemž uprostřed nástavby (20) je provedena středová tryska (3), ve které je uspořádána elektroda (8) a kolem středové trysky (3) jsou uspořádány vnitřní trysky (4), přičemž čelo vnitřní vestavby (20) je opatřeno čelním odlehčením (21).
2. Hořáková hlava podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že na zadním čele nástavby (20) je proveden vnitřní středový rozvaděč (12) paliva, na nějž navazuje kónická dutina (13), kde je uspořádán vstup do vnitřních trysek (4).
- 20 3. Hořáková hlava podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v upevňovacím prstenci (10) je proveden obvodový zápch (19).
- 25 4. Hořáková hlava podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že upevňovací prstenec (10) je doražen k vnitřnímu osazení (11) provedeném na koncové trubce (2).
- 30 5. Hořáková hlava podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vnitřních trysek (4) je osm.
6. Hořáková hlava podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vstupních kanálků (5) je osm.

35

1 výkres



Obr.1

Obr.2

Konec dokumentu