

30. Setkání kateder mechaniky tekutin a termomechaniky



22.-24.6. 2011

Špindlerův Mlýn

Jednotlivý příspěvek ze sborníku



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vplyv množstva spaľovacieho vzduchu a jeho prerozdelenie na produkciu tuhých znečisťujúcich látok.

Jozef JANDAČKA¹, Radovan NOSEK², Štefan PAPUČÍK³, Helena SMATANOVÁ

- ¹ prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD., KET, SJF, Žilinská Univerzita, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, e-mail jozef.jandacka@fstroj.uniza.sk
² Ing. Radovan Nosek, PhD., KET, SJF, Žilinská Univerzita, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, e-mail radovan.nosek@fstroj.uniza.sk
³ Ing. Štefan Papučík, PhD., KET, SJF, Žilinská Univerzita, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, e-mail stefan.papucik@fstroj.uniza.sk
⁴ Ing. Helena Smatanová, PhD., KET, SJF, Žilinská Univerzita, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, e-mail helena.smatanova@fstroj.uniza.sk

Abstrakt: Na produkciu tuhých znečisťujúcich látok vplyva viacero vplyvov. Okrem iného aj množstvo spaľovacieho vzduchu a jeho prerozdelenie na primárny a sekundárny spaľovací vzduch. V príspevku bude uvedené experimentálne zariadenie, na ktorom sa skúmal vplyv množstva spaľovacieho vzduchu, na produkciu tuhých znečisťujúcich látok, metodika merania, namerané výsledky a analýza dosiahnutých výsledkov.

1. Úvod

VDnes, v časoch, keď ceny energií stúpajú a ochrane životného prostredia sa venuje stále väčšia pozornosť, nadobúdajú pojmy účinnosť, ekonomika, emisie pri vykurovaní na význame. Platí to aj o krboch a krbových peciach. Výrobcom krbov zdokonaľujú svoje produkty, ktoré užívateľom prinášajú komfort a stávajú sa centrom domáceho života. Nielen ekonomické dôvody vedú ľudí stále viac k tomu, aby popri ústrednom vykurovaní využívali na kúrenie aj kozuby, krby, krbové pece. Takýto „teplý nábytok“, môže byť výhrou pre každý interiér. Kachle a krbové vložky predstavujú moderný zdroj vykurovania s omnoho menším únikom splodín než tradičné kachle a zároveň umožňujú lepšie využitie energie dreva a tým i úsporu paliva. Krby sú prevažne využívané ako prídavné vykurovacie telesá na kúrenie v prechodných obdobiach či najtuhších zimách. Krby a krbové kachle sa k vykurovaniu používali už pred stovkami rokov. Moderné úpravy umožňujú zvýšenie účinnosti vykurovania a obmedzujú vznik škodlivých splodín. Najmä spôsob spaľovania paliva sa výrazne prejavuje v spotrebe paliva a v emisných parametroch spalín. Na základe týchto poznatkov sa uskutočnili

merania, ktorých výsledky sú súčasťou tohto článku, ktorý sa zaoberá vplyvom zmeny množstva spaľovacieho vzduchu pri spaľovaní kusového dreva v krbových kachliach, na produkciu tuhých znečisťujúcich látok.

2. Experimentálne skúšobné zariadenie

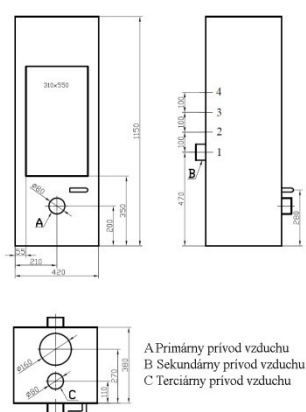
Ako zdroj tepla sa použili oceľové krbové kachle s menovitým výkonom 6 kW (obrázok 1). Krbové kachle sú určené na spaľovanie kusového dreva. V tomto prípade sa použilo smrekové drevo s vlhkosťou 11,15 % a výhrevnosťou 16 420 kJ.kg⁻¹.



Obrázok 1: Zdroj tepla – krbové kachle

Vzduch potrebný pre spaľovanie paliva sa riešil tromi prívodmi vzduchu (obrázok 2):

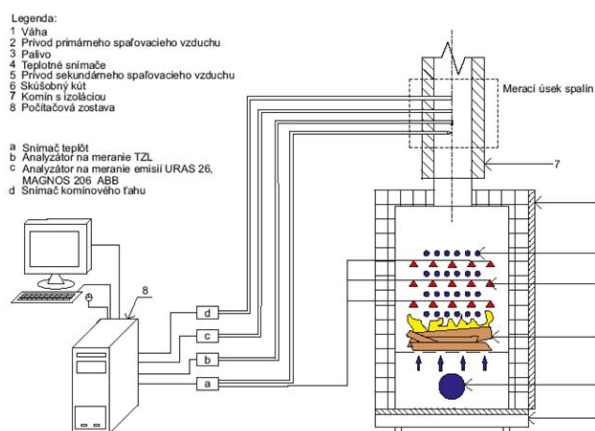
- **primárny (predný)** – prívod vzduchu cez popolník a rošt smerom k palivu. Primárny vzduch je nutný pri procese horenia, preto musí byť popolník vyprázdňovaný tak často, aby nezamedzoval príchodu primárneho vzduchu. Zabezpečuje odparenie vody z paliva, drevo sa premení na drevné uhlie a uvoľňujú sa horľavé plyny;
- **sekundárny (zadný)** - proces zužitkovávania zvyškových horľavých plynov, ktoré by za normálnych okolností unikli so splodinami nevyužitú komínom. Dochádza ku zvyšovaniu účinnosti, a tým aj nižšej spotrebe paliva;
- **terciárny (horný)** – slúži na ofukovanie predného skla a zabraňuje jeho zanášaniu a zároveň prispieva k dokonalejšiemu spaľovaniu a znižovaniu emisií.



Obrázok 2: Rozmiestnenie prívodov spaľovacieho vzduchu

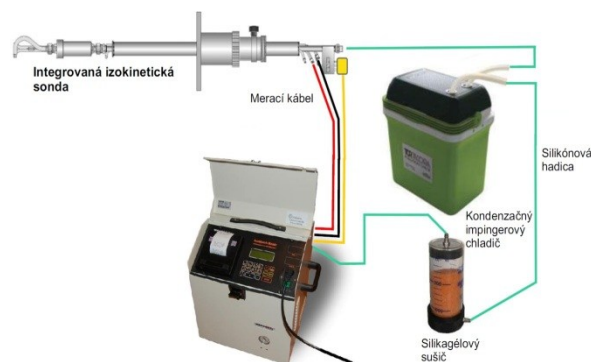
Zdroj tepla sa napojil na prívody spaľovacieho vzduchu. Množstvo prívádzaného vzduchu do procesu spaľovania sa meral nepriamou metódou prostredníctvom anemometra zobrazeného, ktorý meria rýchlosť vzduchu na vstupe prívodných potrubí. Horenie sa reguluje prívodom primárneho, sekundárneho a terciárneho vzduchu. Každý prívod vzduchu sa opatril regulačnou klapkou IRIS 80. Regulačná klapka má osem polôh nastavenia

od 0 až po 7, ktorými možno regulovať nastavenie množstva prívodu spaľovacieho vzduchu. Skúšobné zariadenie sa zapojí podľa schémy na obrázku 3.



Obrázok 3: Schéma merania skúšobných krbových kachlí

Na meranie tuhých znečisťujúcich látok sa použil ISOSTACK BASIC (obrázok 4). Je to kompaktný sampler na zabezpečenie automatických izokinetických meraní nízkych, stredných a vysokých koncentrácií tuhých látok podľa EN 13284-1 a ISO 9096. Automatická odberová jednotka s čerpadlom 0,5 až 30 l.min⁻¹ alebo 4 až 60 l.min⁻¹ (regulovaný prietok) zabezpečí izokinetické odbery v prostredí s rýchlosťami plynu od 2 do 50 m/s a v odpadovom plyne s teplotou až 600 °C. IsostackBasic je kompatibilný so všetkými typmi odberových sond a príslušenstva TCR Tecora pre izokinetické odbery bežných tuhých emisií aj špecifických emisií na spaľovniach odpadov.

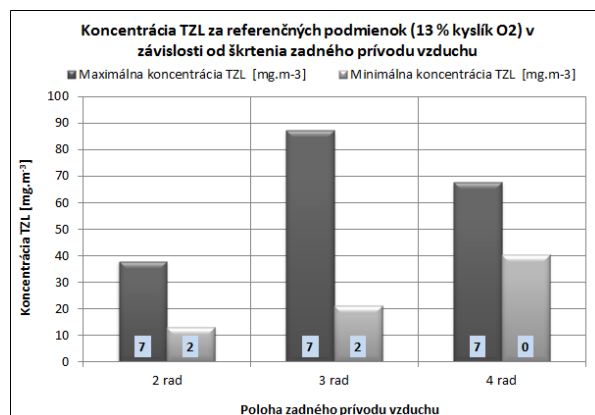


Obrázok 4: Schéma merania tuhých znečisťujúcich látok

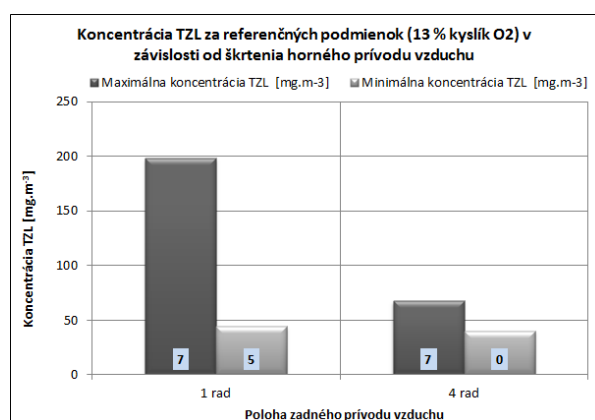
3. Analýza výsledkov

So zmenou množstva privádzaného vzduchu a polohy zapojenia sekundárneho prívodu do procesu spaľovania boli merané TZL pomocou meracieho prístroja ISOSTACK BASIC. Výsledky z merania emisií TZL na energetickom systéme – krbových kachliach na smrekové drevo sú zobrazené na obrázkoch 5 a 6. V grafoch sú zaznačené maximálne a minimálne hodnoty nameraných koncentrácií TZL a zároveň pri každej koncentrácii je uvedená poloha klapky pri ktorej boli tieto hodnoty dosiahnuté.

V grafoch sú zaznačené maximálne a minimálne hodnoty nameraných koncentrácií TZL a zároveň pri každej koncentrácii je uvedená poloha klapky pri ktorej boli tieto hodnoty dosiahnuté. Meranie TZL pri všetkých plne otvorených prívodoch vzduchu dosiahlo koncentráciu 21 mg.m^{-3} . Maximálna koncentrácia TZL sa prejavila pri škrtení terciárneho vzduchu 198 mg.m^{-3} . Naopak minimum emisií TZL vzniklo pri zapojení sekundárneho prívodu do druhého radu, kedy sa nameralo len $13,09 \text{ mg.m}^{-3}$ a pri väčších privádzaných objemoch spaľovacieho vzduchu. Z merania emisií TZL vznikajúcich zo spaľovania smrekového dreva v skúšobných krbových kachliach jednoznačne vyplýva, že maximálne koncentrácie boli namerané keď sa privádzali nižšie objemové množstvá vzduchu do spaľovacieho procesu. Celkovo možno skonštatovať, že z hľadiska tvorby TZL je výhodné privádzať viac spaľovacieho vzduchu. Nasledujúce grafy zobrazujú oxid uhoľnatý CO, tuhý organický uhlík TOC, výkon a účinnosť v závislosti od prívodu vzduchu (primárny, sekundárny a terciárny) a polohy zapojenia sekundárneho prívodu.



Obrázok 5: Namerané koncentrácie TZL v závislosti od škrtenia a umiestnenia sekundárneho prívodu vzduchu



Obrázok 6: Namerané koncentrácie TZL v závislosti od škrtenia terciárneho prívodu vzduchu

4. Záver

Na záver možno skonštatovať, že množstvo spaľovacieho vzduchu a jeho správne prerozdelenie medzi primárny, sekundárny a terciárny vstup má značný vplyv na emisné, výkonové a účinnosťné parametre zdrojov tepla. Z experimentálnych meraní vyplýva, že výrobcovia takýchto zdrojov tepla musia venovať tomuto problému veľkú pozornosť z hľadiska dosiahnutia čo najlepších prevádzkových parametrov.

Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol v rámci riešenia projektu KEGA č. 3/7371/09

5. Literatúra

- [1] NOSEK R., JURKECHOVÁ J., PAPUČÍK Š., JANDAČKA J.: INFLUENCE OF FLUEL SUPPLY TO IN SMALL CAPACITY BOILER ON EFFICIENCY AND POLLUTANT EMISIONS, EXPERIMENTAL FLUID MECHANICS 2010, LIBEREC 24-26.11.2010
- [2] LÁBAJ J., KAPJOR A., PAPUČÍK Š.: ALTERNATÍVNE PALIVÁ PRE ENERGETIKU A DOPRAVU, VYDAVATELSTVO JURAJ ŠTEFAN – GEORG, ŽILINA 2010
- [3] JANDAČKA J., MALCHO M., NOSEK R., PAPUČÍK Š.: THE EFFECT OF GASIFYING BOILER REGULATION TO HEAT POWER AND EMISSIONS PARAMETERS, SYSTEMS ČOČNÍK 14 ROK 2010
- [4] JANDAČKA J., NOSEK R., PAPUČÍK Š., CHABADOVÁ J.: VPLYV DÁVKOVANIA PALIVA NA TVORBU EMISÍÍ A TEPELNÝ VÝKON DOMÁCEHO KOTLA, SGGW, ROČNÍK 24 ROK 2010
- [5] NOSEK R., CHABADOVÁ J., PAPUČÍK Š., JANDAČKA J.: VPLYV DODÁVKY PALIVA NA TEPELNÝ VÝKON A TVORBU EMISÍÍ V MALOM ZDROJI TEPLA, XXL-ST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMBUSTION PROCESSES, 14-17.9.2010 MIEZDZYZDROJE PL, ISBN 978-83-7663-034-2