

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 aditív v drevných peletách na produkciu emisií

Michal HOLUBČÍK¹, Jozef JANDAČKA², Radovan NOSEK³, Štefan PAPUČÍK⁴

¹ Ing. Michal Holubčík, michal.holubcik@fstroj.uniza.sk *

² prof. Ing. Jozef Jandacka, PhD., jozef.jandacka@fstroj.uniza.sk *

³ Ing. Radovan Nosek, PhD., radovan.nosek@fstroj.uniza.sk *

⁴ Ing. Štefan Papučík, PhD., stefan.papucik@fstroj.uniza.sk *

* Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovakia

Abstrakt: Zlepšenie niektorých vlastností drevných peliet, ako sú oteruvzdornosť a tavitelnosť popola je možné realizovať pridávaním aditív do vstupného materiálu pri výrobe drevných peliet. V príspevku je uvedená analýza vplyvu pridávania aditív do drevných peliet na produkciu emisií pri ich spaľovaní. Analýza bola realizovaná pre šesť rôznych druhov aditív, a to motorový olej, rastlinný olej, kukuričný škrob, vápenec, uhličitán sodný a močovina.

1. Úvod

Drevné pelety sú relatívne novým palivom, avšak s nemalým potenciálom nahradiť fosílna palivá. Drevné pelety sú charakterizované svojimi parametrami a vlastnosťami, medzi ktoré patrí tvar a rozmery, objemová a sypná hmotnosť, tvrdosť a oteruvzdornosť, vlhkosť, výhrevnosť a tavitelnosť popola. Tieto vlastnosti sú ovplyvnené kvalitou vstupného materiálu - drevných pilín ako i spôsobom a technológiou ich výroby.



Obrázok 1: Drevné pelety

Jedna z možností ako vyrábať kvalitnejšie drevné pelety a znížiť náklady na ich produkciu predstavuje použitie prídavných aditív. Za aditívum sa považuje prídavná látka (prísada) pridávaná do nejakej látky za účelom zlepšenia niektorých jeho vlastností. Obyčajne sa v praxi stáva, že so zlepšujúcimi sa vlastnosťami sa začínajú objavovať nové nedostatky. Kvôli tomu je potrebné pri každej použitej prísade

zanalyzovať jej vplyvy na vlastnosti peliet. V príspevku je analyzovaný vplyv rôznych druhov aditív a rôzneho množstva aditív na vlastnosti drevných peliet a produkciu emisií pri ich spaľovaní. Množstvo aditív, s ktorými sa pracovalo pri analýzach bolo 0,5 %. Maximálne množstvo aditív bolo dané maximálnym množstvom aditív, ktoré pripúšťajú Rakúske, Nemecké a Švedské normy Ö-Norm M7135, DINplus, SS187120. Ako referenčná vzorka drevných peliet boli zvolené drevné pelety vyrobené z čistej smrekovej piliny bez kôry.

2. Experimentálna výroba drevných peliet

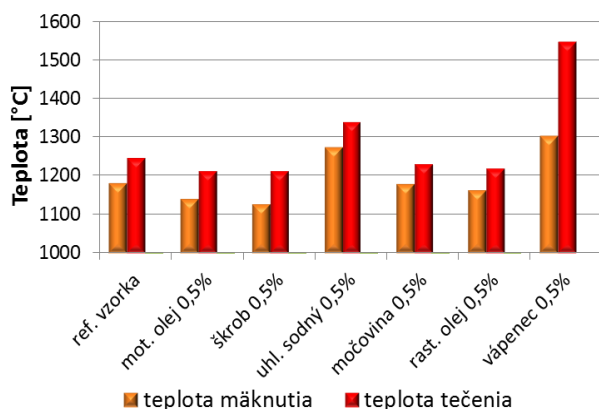
Pre výrobu experimentálnych vzoriek boli použité suché, čisté, drevné piliny zo smrekového dreva bez kôry o vlhkosti 8 – 9 %. Daná vlhkosť vstupnej suroviny bola nedostatočná z hľadiska vytvorenia konzistentnej zmesi drevných pilín a aditíva. Z toho dôvodu bol obsah vlhkosti zvýšený na 15 – 20 %. Pelety sa následne zmiešali s daným aditívom tak, aby sa zmes rovnomerne premiešala. Táto zmes sa následne použila pri výrobe drevných peliet v peletovacom lise Ball Brno LPBB200V2 (obr. 2). Jedná sa o vertikálny peletovací stroj, ktorý pracuje s dvomi valcovými kladkami a otáčajúcou sa matricou. Nad matricou sú umiestnené lisovacie kladky (kolesá), ktoré sa otáčajú okolo pevne umiestneného hriadeľa. Na konce

hriadeľa pôsobia prítlačné skrutky, ktoré vytvárajú lisovací tlak.



Obrázok 2: Experimentálny peletovací lis

Z predchádzajúcich experimentálnych meraní vlastností drevných peliet s prídavkom aditív [8] vyplynulo, že niektoré pridávané aditíva v množstve 0,5 % majú značný vplyv na teplotu tavitelnosti popola (obr. 3). Významný pozitívny vplyv na teplotu tavitelnosti mal vápenec, vďaka ktorému sa zvýšila teplota tečenia popola o cca 300 °C v porovnaní s referenčnou vzorkou.



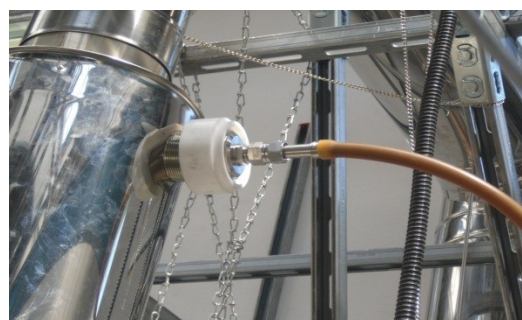
Obrázok 3: Tavitelnosť popola drevných peliet s prídavkom aditíva

3. Emisné parametre kotla pri spaľovaní drevných peliet s aditívami

Veľmi dôležitou súčasťou výskumu pridávania aditív do drevných peliet z hľadiska dosiahnutia čo najvyššej teploty tavitelnosti popola je výskum vplyvu pridávania aditív na produkciu emisii a samotný tepelný výkon

zdroja tepla. Z hľadiska produkcie emisii sa sledovali nasledovné emisie, oxid uhoľnatý (CO), oxidy dusíka (NO_x), neprehorené uhľovodíky (C_mH_n) a tuhé znečisťujúce látky (TZL).

Pre experimentálne merania sa použil automatický zdroj tepla na pelety, ktorého menovitý výkon je 18 kW. Súčasťou kotla je aj zásobník na pelety, z ktorého sa pomocou šnekového dopravníka automaticky dopravovali do retortového horáka. Na výstupe z kotla bol umiestnený merací úsek spalín, v ktorom sa realizovali merania všetkých parametrov zmysle STN EN 303-5: ťahu komína, teploty komína a jednotlivé zložky spalín ako kyslík (O₂), oxid uhoľnatý (CO), oxid dusnatý (NO), oxid uhličitý (CO₂), oxide siričitý (SO₂) a ostatné NO_x. Na určenie množstva tuhých znečisťujúcich látok sa použila sonda na odber TZL, ktorá bola napojená na analyzátor TZL ISOSTACK BASIC (obr. 4).



Obrázok 4: Sonda na odber TZL

Emisie v spalínach sa merali použitím analyzátoru spalín a uhlíka ABB AO 2020, ktorý bol napojený na meráciu ústredňu. Spaliny sa odoberali pomocou sondy na odobratie spalín. Merací program sa spustil po ustálení kotla a zapnutí analyzátorov. Na reguláciu kotla bola použitá riadiaca jednotka IPECON DT1, ktorá sa skladala z vykurovacieho okruhu a chladiaceho okruhu.

Merania prebiehali pri rovnakej dobe spaľovania, a to počas 1 hodiny. Čas podávania (doba prepravy peliet zo zásobníka do horáka) a čas státia (doba horenia v horáku) peliet bol pri všetkých vzorkách

konštantný, tak aj množstvo spotrebovaného paliva bolo približne rovnaké (6,2 kg).

Počas merania sa musel regulovať aj ťah komína, pričom sa využíval komínový ventilátor. Hodnota ťahu komína bola $12\text{Pa} \pm 2$.

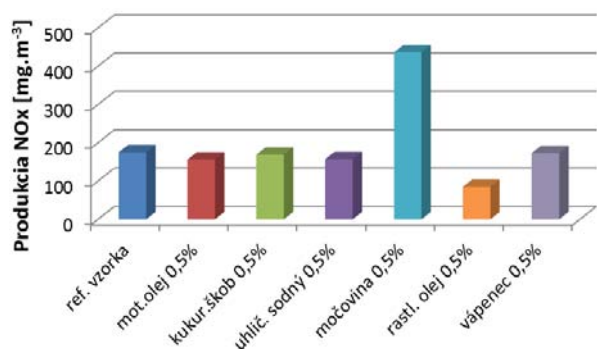
Všetky merané veličiny sa zaznamenávali nepretržite v časových intervaloch 20 sekúnd počas jednej hodiny. Meracia ústredňa bola napojená na počítač, kde sa namerané veličiny ukladali.

4. Analýza dosiahnutých výsledkov

Počas meraní sa zisťoval vplyv aditív v drevných peletách na produkciu emisných látok pri ich spaľovaní a na výkon zdroja tepla.

Pri meraní sa zistilo, že obsah oxidu siričitého a metánu v spalinách všetkých 7 vzorkách bol nulový, alebo nadobúdval veľmi malé hodnoty, ktoré sú pre ich vyhodnotenie zanedbateľné.

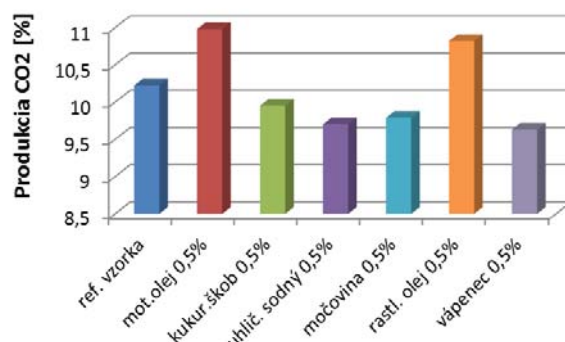
Väčší význam majú hodnoty oxidov dusíka. Na obr. 5 sú vyhodnotené priemerné hodnoty jednotlivých vzoriek. Najvyššie hodnoty NO_x dosiahla močovina. Najnižšie hodnoty sa dosiahli pri použití aditíva uhličitanu sodného a vápenca. Ostatné vzorky sa navzájom líšili v obsahu NO_x veľmi málo.



Obrázok 5: Priemerné hodnoty NO_x pri spaľovaní drevných peliet s prídavkom rôznych aditív

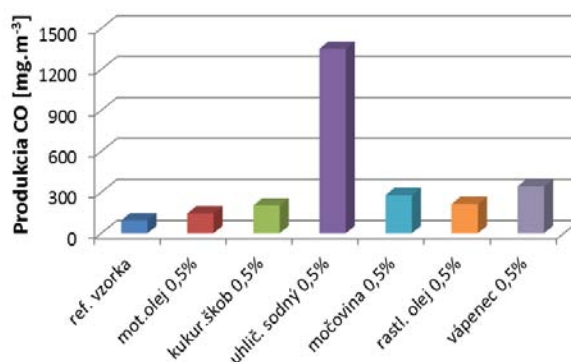
Ďalšou veličinou bola koncentrácia oxidu uhličitého CO_2 (obr. 6). Najvyššie hodnoty CO_2 v spalinách sa dosiahli pri spaľovaní drevných peliet s obsahom motorového oleja

a rastlinného oleja ako aditíva. Najnižšia hodnota sa dosiahla pri spaľovaní drevných peliet s prídavkom vápenca.



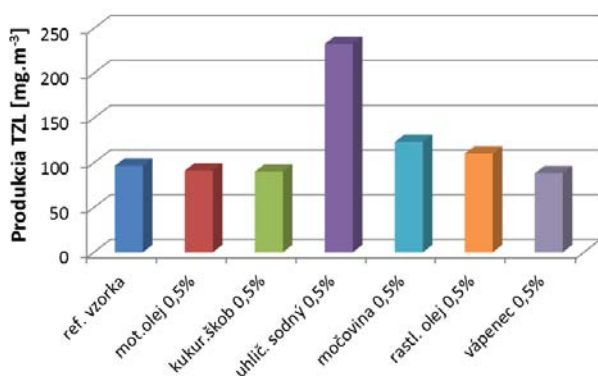
Obrázok 6: Priemerné hodnoty CO_2 pri spaľovaní drevných peliet s prídavkom rôznych aditív

Taktiež sa vyhodnocoval obsah oxidu uhoľnatého (obr. 7). Najvyššie hodnoty CO boli namerané pri spaľovaní drevných peliet s obsahom uhličitanu sodného. Najnižšie hodnoty boli zaznamenané pri referenčnej vzorke bez aditív a pri vzorke s obsahom rastlinného oleja.



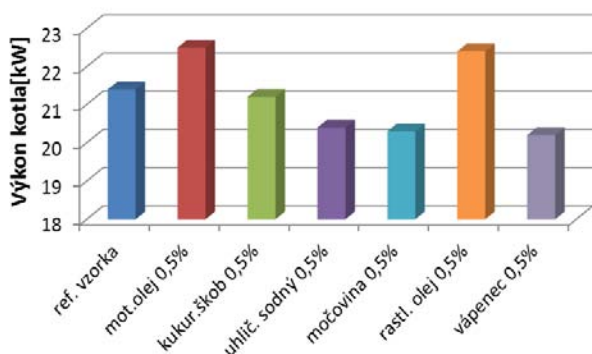
Obrázok 7: Priemerné hodnoty CO pri spaľovaní drevných peliet s prídavkom rôznych aditív

Poslednou meranou zložkou emisií boli tuhé znečisťujúce látky (obr. 8). Merania prebiehali u všetkých vzorkách v časovom úseku 30 minút. Počas tohto času sa pomocou sondy na odber tuhých znečisťujúcich látok izokineticky odoberali jednotlivé vzorky TZL, ktoré boli následne gravimetricky vyhodnotené. Najvyššie hodnoty TZL boli namerané pri spaľovaní drevných peliet s obsahom uhličitanu sodného ako aditíva, ktoré značne prevyšovalo hodnoty ostatných vzoriek.



Obrázok 8: Namerané hodnoty TZL pri spaľovaní drevných peliet s prídavkom rôznych aditív

Ďalej sa hodnotil vplyv aditív v drevných peletách na výkon zdroja tepla (obr. 9). Najvyšší výkon kotla bol dosiahnutý pri spaľovaní drevných peliet s prídavkom motorového oleja a rastlinného oleja. Najnižší výkon kotla sa dosiahol pri spaľovaní drevných peliet s prídavkom vápenca, močoviny a uhličitanu sodného.



Obrázok 9: Priemerné hodnoty výkonu zdroja tepla pri spaľovaní drevných peliet s prídavkom aditív

5. Záver

Z vykonaných analýz pridávania vybraných organických i anorganických aditív do smrekových pilín pri výrobe drevných peliet vyplýva, že i malé množstvá pridávaných aditív v množstve 0,5 % vplýva na produkciu emisií a na výkon zdroja tepla. Vzhľadom k jednotlivým meraniam sa javí perspektívne využívanie vápenca ako vhodné aditívum pri výrobe drevných peliet najmä za účelom

zvýšenia teploty tavitelnosti popola, keďže emisné hodnoty pri spaľovaní peliet s jeho prídavkom sú podobné ako pri referenčnej vzorke čistých drevných peliet.

6. Podakovanie

Táto práca bola vypracovaná v rámci riešenia projektov projektu APVV No. VMSP-P-0022-09, ako výsledok práce autorov a výraznej pomoci grantovej agentúry APVV.

7. Literatura

- [1] BAFVER, L.S., RONNBACK, M., LECKNER, B., CLAESSON, F., TULLIN C.: Particle emission from combustion of oat grain...; Fuel Processing Technology, Elsevier, 2009
- [2] ČARNOGURSKÁ, M.: Modelovanie produkcie NO_x pri výrobe tepla spaľovaním uhlia. ACTA MONTANISTICA SLOVACA, 1/2000, s. 113 - 120, ISSN 1335 - 1788.
- [3] DZURENDA L.: Combustion of wood and bark I.- Editorship TU in Zvolen, Slovakia, 2005, ISBN 80-228-1555-1
- [4] DZURENDA, L., SLOVÁK, J.: Energetické vlastnosti peliet vyrobených zo smrekovej piliny. In: Acta Mechanica Slovaca. 5(3), 2001
- [5] JANDACKA J.; MALCHO M.: Biomass as energy source. Editorship Juraj Stefun GEORG, Žilina 2007, ISBN 978-80-969161-4-6
- [6] KLENOVČANOVÁ, Alexandra - BRESTOVIČ, Tomáš - CAP, R.: Štúdium tepelného obsahu vybraných druhov biomasy a odpadov. In: Acta Metallurgica Slovaca. roč. 13, mimoriadne č. 3 (2007), s. 160-165. ISSN 1335-1532.
- [7] MIKULAS, M., VICHA, M.: Ekonomika výroby peliet pri progresívnej technológii peletovacej linky. Bratislava. Briketovanie a peletovanie. 2007
- [8] NOSEK, R., JANDACKA, J., HOLUBCIK, M.: Improvement of wood pellet parameters by using of additives, Experimental fluid mechanics 2010, Liberec, 2010
- [9] PAYNE, J.D.: Predicting pellet quality and production efficiency. World Grain, 2004
- [10] TIROL, J. - VITÁZEK, I.: Ekologické dopady náhrady fosílného paliva biomasou. Strojárstvo 2009, ISSN 1335-2938.
- [11] VARGA, A., KIZEK, J., LAZIČ, L.: Influence of flue gas recirculation on NO_x and CO formation, Strojárstvo. - ISSN 0562-1887, 2004.
- [12] VITÁZEK, I. – TIROL, J. – HAVELKA, J.: Analýza spalín pri spaľovaní biomasy. Strojárstvo 2009, ISSN 1335-2938.
- [13] ŽIDEK, L. a kol. 2006.: Vykurovanie drevnými peletami. Biomasa, združenie právnických osôb, Považská Bystrica : UNIPRINT, 2006. ISBN 80-969468-8-7