



NÁVRH LABORATÓRNEHO MERACIEHO SYSTÉMU PRE MERANIE VLASTNOSTÍ SPAĽOVANEJ BIOMASY DESIGN OF A LABORATORY MEASUREMENT SYSTEM FOR MEASURING CHARACTERISTICS OF BIOMASS COMBUSTION

František Adamovský, Rudolf Opáth

Abstract

The aim of our study was designed and built measuring system, by which be possible examine environmental and energy aspects of biomass burning in the standard boilers at low power (to 100 kW), in the laboratory conditions. Parameters of biomass combustion in installations with a heat output of 100 kW to 10 MW are known and treated in all details. However, for a given group of devices used by a large part of the Slovak countryside, these data are insufficiently investigated.

Key words: efficiency of energetic process, biomass, emissions

Úvod

Súčasná ľudská spoločnosť je závislá od zdrojov energie tak ako nikdy predtým v histórii. Vývoj na trhoch s fosílnymi palivami ako je uhlie, ropa, zemný plyn v poslednom období jednoznačne vyžaduje, aby sa prehodnotil doterajší prístup v oblasti ich využívania. Väčšina krajín si uvedomuje potrebu väčšej orientácie na obnoviteľné zdroje energie (OZE), ktoré predstavujú environmentálne prijateľné riešenie.

Spaľovanie predstavuje v súčasnosti najbežnejší spôsob získavania energie z biomasy. V porovnaní s fosílnymi palivami (uhlie, zemný plyn) predstavuje biomasa palivo s výrazne nestabilným zložením (zmena obsahu vodu a jej vplyv na výhrevnosť, obsah prímiesí a nečistôt – kamene, zemina). Všetky emisie, ktoré vznikajú ako výsledok horenia paliva, možno rozdeliť na:

- emisie, ktorých charakteristiky sú definované technológiou horenia paliva a podmienkami technologického procesu pri spaľovaní,
- emisie, charakteristiky ktorých sú určované vlastnosťami paliva.

Materiál a metódy

Cieľom našej práce bolo navrhnuť a postaviť merací systém, pomocou ktorého by bolo možné laboratórnych podmienkach skúmať ekologické a energetické aspekty spaľovania biomasy v štandardných kotloch nízkeho výkonu (do 100kW).

Ako jednou z najdôležitejších podmienok návrhu bolo zabezpečiť, aby merací systém dosahoval požadovanú účinnosť spaľovania. Príloha č. 2 k vyhláške č. 548/2008 Z. z. Účinnosť pre kotly s menovitým výkonom do 100 kW stanovuje, že pri zisťovaní účinnosti kotla sa zohľadňuje len komínová strata. Ďalšie straty ako napr. strata mechanickým a chemickým nedopalom a strata sálaním do okolia sa zanedbávajú. Účinnosť kotla podľa vyhlášky sa zistí odpočítaním komínovej straty v percentách od hodnoty 100 %.

Kontaktná adresa:

Ing. František Adamovský, Katedra elektrotechniky, automatizácie a informatiky, TF SPU v Nitre
doc. Ing. Rudolf Opáth, CSc., Katedra výrobných systémov, TF SPU v Nitre



Ak je kotol určený na rôzne druhy paliva, účinnosť sa zistí pre každé palivo, ktoré je v čase kontroly k dispozícii a ktoré je v súlade so špecifikáciou výrobcu. Komínová strata sa zistí nepriamou metódou podľa príslušných technických predpisov na základe nameraných a zistených údajov:

- merané veličiny: (obsah kyslíka, resp. obsah oxidu uhličitého, obsah oxidu uhoľnatého, teplota spalín, teplota spaľovacieho vzduchu)
- zistené údaje: obsah oxidu uhličitého (výpočtom z najvyššieho obsahu CO_2 v palive, nameraného obsahu kyslíka a nameraného obsahu oxidu uhoľnatého)
komínová strata (výpočtom z teploty spalín, teploty spaľovacieho vzduchu, obsahu kyslíka, resp. obsahu oxidu uhličitého a parametrov paliva)

Meracie pracovisko v Laboratóriu tuhej biomasy (obr. 1) vzniklo vďaka spolupráci Katedry výrobní techniky a Katedry strojov a výrobných systémov Technickej fakulty SPU v Nitre. Tvoria ho štandardný teplovodný kotol ROJEK 25m s menovitým výkonom 20 kW, určený na spaľovanie suchej tuhej biomasy a drevenej štiepky. Na kotol sú pomocou dvojokruhového systému zapojené teplovzdušné výmenníky tepla (obr. 2) zabezpečujúce odber tepla s požadovaným teplotným spádom min 8°C a zásobníkový ohrievač pitnej vody RBC 300. Obeh vody v obidvoch vetvách je zabezpečovaný obehovými čerpadlami WILO. Teplovodný kotol ROJEK 25m je nový typ energetického kotla s patentovanou konštrukciou kombinovaného spaľovania, ktorý využíva pyrolytické spaľovanie k zvýšeniu energetickej účinnosti. Spaľovanie všetkých druhov drevenej hmoty je zabezpečené konštrukciou ohniska kotla tak, aby bolo zabezpečené čo najlepšie prehorenie paliva a tým potlačený vznik škodlivých emisií. Bolo to dosiahnuté tak, že z vrstvy horiaceho paliva sa uvoľňuje prchavá horľavina, ktorá sa kumuluje pod klenbou ohniska, kde sa zmieša so sekundárnym vzduchom a ťahom komína sa táto zmes dostáva cez rozžeravenú vrstvu paliva, kde zhorí pri vysokej teplote. Do miesta styku tejto zmesi a horiaceho paliva sa privádza regulovateľný sekundárny vzduch. Výkon kotla je regulovaný ručne, alebo tepelným regulátorom prívodu primárneho vzduchu. Na meranie skutočného výkonu kotla je do vonkajšieho okruhu (výmenníky tepla) zapojený merač tepla SensoStar.

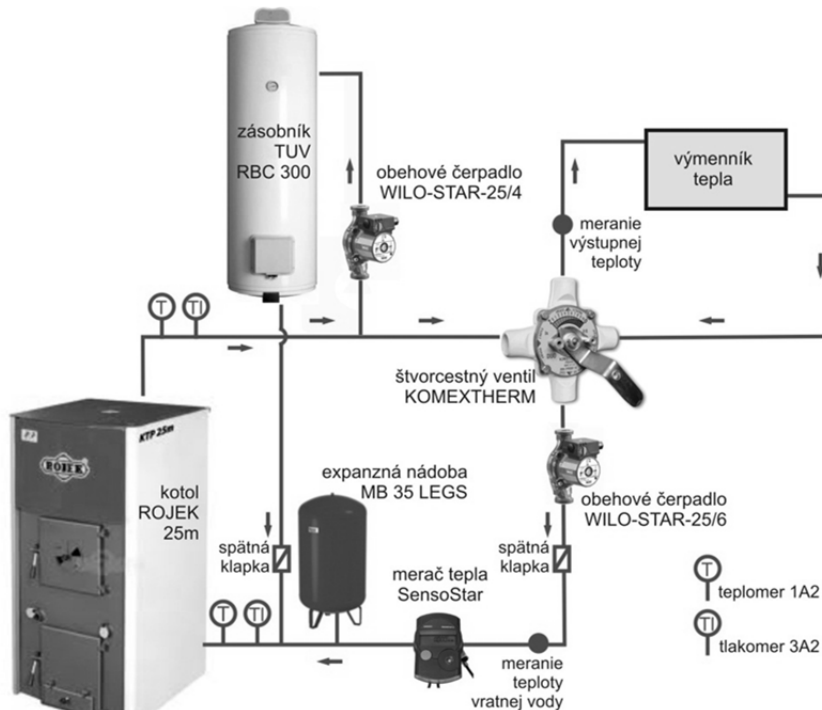


Obr. 1 Laboratórne meracie pracovisko
Figure 1 Laboratory measurement system



Obr. 2 Teplovzdušný výmenník
Figure 2 Air-heating exchanger

Na rúre dymovodu pri výstupe spalín z kotla sú umiestnené tri meracie miesta pre pripojenie meracej sondy, určené na meranie parametrov spalín, vrátane emisií v spalínach. Na uvedené meracie miesta sú napojené snímače analyzátora spalín TESTO 330LL a sledované veličiny sú online spôsobom merané a zaznamenávané na pripojenom osobnom počítači.. Schéma celkového zapojenia meracieho systému je na obr. 3.



Obr. 3 Schéma zapojenia meracieho systému
Figure 3 Connection for laboratory measurement system

Výsledky a diskusia

Po zostavení meracieho systému sme uskutočnili merania so spaľovaním odpadového stavebného dreva. Po zakúrení a dosiahnutí prevádzkovej teploty teplotnosného média 50°C, sme pomocou analyzátora spalín TESTO 330LL získali hodnoty uvedené v tabuľke 1. Merania sme uskutočňovali v 5 minútových intervaloch počas 50 minút.

Tabuľka 1 Namerané hodnoty
Table 1 Measuring data

Čas merania	Obsah O ₂ , %	Teplota spalín, °C	Teplota vzduchu, °C	CO ₂ , %	CO, ppm	komínová strata, %	Účinnosť, %
10:20	15,1	357,5	23,8	6	1408	43	57
10:25	13,9	271,5	24,0	7	1963	27	73
10:30	15,2	285,8	24,1	6	2340	35	66
10:35	16,0	443,1	24,3	5	2324	64	36
10:40	13,2	628,0	24,7	8	1824	59	41
10:45	11,3	446,4	25,3	9	844	33	67
10:50	13,0	379,3	25,4	8	1155	34	66
10:55	14,5	354,3	25,4	6	1507	39	61
11:00	15,2	311,9	25,5	6	1369	38	62
11:05	15,4	270,2	25,5	5	1433	33	67
11:10	16,7	240,7	25,0	4	1368	38	62
						priemerná komínová strata	priemerná účinnosť
						40,85 %	59,15 %

Namerané a vypočítané hodnoty sme porovnali s hodnotami uvedenými v nasledujúcej tabuľke (Príloha č. 2 k vyhláske č. 548/2008 Z. z.):



Tabuľka 2 Hodnoty účinností pre jednotlivé druhy paliva.
Table 2 Efficiency values for different types of fuel

Výkon kotla [kW]	Najnižšia účinnosť kotla								
	Tekuté palivo			Tuhé palivo					
	Zemný plyn, propán-bután	Ostatné	Kondenzačný kotel	Biomasa	Koks	Brikety	Čierne uhlie	Hnedé uhlie triedené	Hnedé uhlie netriedené
20-100	89	83	93	71	73	71	72	70	66

Porovnaním našich výsledkov s tabuľkovými hodnotami sme zistili nasledovné:

1. Priemerná účinnosť kotla je nižšia ako požadovaných 71 %. Analýzou sme zistili, že jedným z faktorov, ktoré ovplyvnili celkovú účinnosť je fakt, že počas merania sme prikladaním paliva ovplyvnili množstvo vzduchu privádzaného do kúreniska a tým znížili účinnosť.
2. Analýzou hodnôt komínovej straty sme zistili, že do meracieho zariadenia musíme inštalovať komínovú klapku a tak získať možnosť ovplyvňovať hodnotu komínového ťahu a tým zvyšovať účinnosť spaľovania. Komínová strata by sa mala pohybovať v hodnotách 10 - 20 %.

Záver

Meraním sme zistili, že spaľovaním drevenej biomasy v meracom zariadení sa blížime k tabuľkovým hodnotám pre kotle do výkonu 100 kW (Príloha č. 2 k vyhláške č. 548/2008 Z. z.). Elimináciou faktorov, ktoré pri meraní znižovali účinnosť spaľovania biomasy sa zabezpečí že, meracie zariadenie je splňuje požiadavky noriem platných v SR a je pripravené na meranie aj menej známych a netradičných druhov biomasy.

Použitá literatúra

- JANDAČKA, Jozef – Malcho Milan. (2007). Biomasa ako zdroj energie. In: <http://www.biomasa-info.sk/docs/PriruckaBiomasaZdrojEnergie.pdf>. ISBN 978-80-969161-4-6
- MAGA, Juraj - Piszczalka, Jan - Pepich Štefan. 2010. Využitie rastlinnej a drevnej biomasy na výrobu tepla Vedecká monografia, 1. vyd. Nitra. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2010. 172 s. ISBN 978-80-552-0511-3
- MIKOLAJ, Dušan - KAŽIMÍROVÁ, Viera. 2009. Skrátené meranie emisných parametrov spaľovania vybraných druhov biomasy. In Agrobioenergia. Rovinka: A.B.E. združenie pre poľnohospodársku biomasu, 2009, roč. 4, č. 2, s. 12-13. ISSN 1336-9660
- PRÍLOHA č. 2 k vyhláške č. 548/2008 Z. z. Účinnosť pre kotly s menovitým výkonom do 100 kW

Súhrn

Naším cieľom bolo navrhnúť laboratórne meracie zariadenie na meranie ekologických a energetických aspektov spaľovania biomasy v štandardných kotloch malého výkonu (do 100 kW). Parametre spaľovania biomasy v zariadeniach s výkonom od 100 kW do 10 MW sú známe a detailne spracované, no pre skupinu zariadení, vo veľkom používaných na slovenskom vidieku tieto údaje nie sú známe.

Kľúčové slová: účinnosť spaľovania, biomasa, emisie

Článok vznikol s podporou agentúry VEGA: č. 1/0033/09: Ekologické a energetické aspekty využitia biomasy.