

Ing. Zdeněk LYČKA
LING Krnov s.r.o.

Praktické zkušenosti se spalováním alternativních pelet

Hands-on Experiences with Combustion of Pellets

Recenzent
Prof. Ing. Jiří Bašta, Ph.D.

Autor se ve svém článku zabývá spalováním alternativní biomasy. Předkládá praktické výsledky vlastního měření při spalování alternativních pelet ve 24 kW kotli a zároveň dává i cenná doporučení pro technickou praxi.

Klíčová slova: obnovitelné zdroje energie, biomasa, pelety, emise

Autor deals with burning of alternative biomass in his article. He presents own practical results of his research and alternative pellets measurements at 24 kW boiler heat output. He provides a valuable recommendation for the technical practice too.

Key Words: Renewable Energy Sources, Biomass, Pellets, Emission

ÚVOD

V různých úvahách o využívání obnovitelných zdrojů energie se stále výrazněji hovoří o spalování biomasy vypěstované na zemědělské půdě, ať se již jedná o nevyužitý zemědělský odpad nebo cíleně pěstovanou energetickou biomasu. Donedávna se především řešil problém **co** a v **jaké formě**, v poslední době se konečně stále intenzivněji řeší také problém **jak** a v **jakých zařízeních** tuto tzv. „alternativní“ biomasu spalovat. U spalovacích zařízení malých výkonů do 100 kW lze k tomuto účelu úspěšně využívat zařízení určené pro spalování méněhodnotných dřevních pelet, tedy např. tzv. katrových pelet s příměsí kůry. V těchto zařízeních lze spalovat jak zrno obilovin (či hořčičné a řepkové semeno), tak také granulované zbytky rostlin (seno, slámu, otruby, plevy apod.). S rostoucím zájmem o spalování pelet a rostoucí cenou dřevních pelet se tento často původně krmný granulát stále více uplatňuje i jako palivo – tzv. „alternativní“ pelety. V následujících řádcích popíšeme některé praktické zkušenosti se spalováním těchto pelet v teplovodním kotli o jmenovitém výkonu 24 kW.

TEORETICKÉ PŘEDPOKLADY

Na úvod si uvedme, co vše lze teoreticky očekávat při spalování alternativní biomasy, resp. v čem se může lišit od spalování běžné dřevní biomasy. Hodně napoví srovnání prvkového složení paliv. V tab.1 jsou uvedeny typické hodnoty pro dřevní hmotu, slámu, zrno a seno podle ČSN EN 14961–1 Pevná bio paliva – Specifikace a třídy paliv, (příloha B) [1]. Jedná se o údaje vzniklé spojením převážně švédských, finských, dánských, holandských a německých výzkumů, takže se podle jednotlivých regionů určitě liší. Nicméně pro charakteristiku jednotlivých surovin jsou postačující.

Tab.1 Typické hodnoty pevných paliv z biomasy

	C ¹	H ¹	O ¹	N ¹	S ¹	Cl ¹	Na ²	Mg ²	P ²
Dřevní hmota	50	6,2	43	0,1	0,02	0,01	35	170	80
Sláma	47	6,0	41	0,5	0,1	0,4	500	700	1000
Zrno	45	6,5	44	2	0,16	0,11	100	1400	3400
Seno	46	5,9	40	1,3	0,2	0,7	3000	1700	15000

¹ ... [w – % daf] ² ... [mg/kg sušiny]

Hmotnostní podíl základních prvků v hořlavině (C, H, O) je prakticky shodný, proto i paliva z těchto surovin mají přibližně shodnou výhřevnost (okolo hranice 17 MJ/kg při vlhkosti 10 %). Mnohonásobně vyšší podíl dusíku, síry a chlóru však napovídá, že ve spalínách lze očekávat vyšší koncentrace oxidů dusíku, síry a chlorovodíků. Potažmo pak v kondenzátu korozivní sulfáty, nitráty a chloridy společně s organickými kyselinami (mravenčí, vinná) [2].

Podobně pak značný podíl sodíku, hořčíku a fosforu negativně ovlivňuje vlastnosti popelovin (např. teplota tavení popelovin 800 až 900 °C u alternativní biomasy oproti 1100 až 1200 °C u dřevní hmoty). Z pohledu konstrukce spalovacího zařízení lze tedy očekávat zvýšené nároky na spalovací část (rošty) v důsledku spékání popelovin a agresivnějšího prostředí ve výměňkové části kotle.

PRAKTICKÉ POROVNÁNÍ

Pro praktické srovnání použijeme výsledky měření na teplovodním kotli AM24 Licotherm o jmenovitém výkonu 24 kW. Kotel je opatřen retortovým hořákem LING, který je svojí koncepcí „spodního“ přikládání vhodný pro spalování spékavých paliv o zrnitosti do 25 mm. V tomto kotli jsme testovali již několik desítek druhů, tzv. alternativních pelet a zrna obilovin. Některé hořely prakticky bez problémů, pro spálení některých bylo nutné upravit rošt i přívody spalovacího vzduchu. Během testů se jako jedny z nejvhodnějších pro samotné spalování ukázaly pelety o \bar{R} 8 mm z ovesných slupek a otrub (50 %) a ječných omelků (50 %), které se používají jako běžné granulované krmivo. Tyto pelety nevyžadovaly žádnou zvláštní úpravu roštu ani samotného režimu spalování oproti dřevním peletám. Pro názornost jsem porovnal 10 hod provozu s těmito peletami a provozu s běžnými dřevními peletami s příměsí kůry. V tab. 2 jsou uvedeny rozbor jednotlivých paliv (ÚVVP Běchovice pro alternativní a SZÚ Brno pro dřevní), v tab. 3 pak průměrné naměřené hodnoty emisí.

Tab. 2 Rozbor paliva

	Jednotka	Dřevní	Alternativní
Popel A	%	0,9	3
Voda W	%	8	8,2
Výhřevnost Q_i	MJ/kg	17	16,5
Uhlík C	%	47	43
Vodík H	%	6,5	5,8
Síra S	%	0	0,07
Dusík N	%	0,21	1,8
Kyslík O	%	37,4	37,3
Chlór Cl	%	–	0,03

Co se naměřených emisí týče, potvrdil se předpoklad o zvýšené koncentraci oxidů dusíku a chlorovodíku (oxidy síry nebyly bohužel měřeny), i když obsah chlóru v původním palivu nebyl oproti předpokladu nijak vysoký. Lze tedy předpokládat, že u pelet s příměsí slámy či sena se emise



Obr. 1 Teplovodní kotel AM 24 LICOTHERM s retortovým hořákem LING® – pohled na hořák při spalování dřevních a alternativních pelet



Obr. 2 Kotlové těleso napadené agresivními spalinami po několikaměsíčním provozu s alternativními peletami

chlorovodíku podstatně vyšší. Při provozování kotle na hranici jmenovitého výkonu není mezi jednotlivými palivy pozorován žádný další podstatný rozdíl. Pokud se teplota spalin na výstupu z kotle pohybuje v rozmezí 200 až 220 °C, je i teplota ve spalovací, dohořivací i výměňkové části kotlového tělesa dostatečně vysoká. Objem popelovin u alternativních pelet je o poznání větší jak na samotném roštu, tak v popelníkovém prostoru. Nicméně díky vysoké teplotě ve spalovacím prostoru nedochází k výraznému napékání a „tekutý“ popel bez problémů přepadáva přes hranu litinového roštu do popelníku. Rozdíly se začínají projevovat při snižování výkonu a při tzv. „útlumových režimech“, kdy po natopení na požadovanou teplotu se hořák kotle na určitou dobu vypíná (ON/OFF režim podobně jako u plynového kotle). Jakmile klesne teplota spalin v kouřovodu pod 180 °C, začíná se u alternativních pelet podstatně rychleji zanášet kotlové těleso. Markantní rozdíl nastává při odstavení hořáku a také při jeho opětovném spuštění. V těchto přechodových stavech, při kterých dochází k značně nedokonalému spalování, se projevuje rozdíl nejvíce. U dřevních pelet trvá tento nepříznivý stav velice krátce (v řádech několika málo desítek sekund), u alternativních podstatně déle (v řádech několika minut). Po otestování mnoha druhů alternativních pelet jsem vypožadoval, že všechny potřebují pro „nahoření“ podstatně vyšší zápalnou teplotu – tedy, že poměrně hůře uvolňují prchavou hořlavinu. Projevuje se to právě při snížených výkonech a při „náběhu“ hořáku do provozní teploty, kdy je spalovací prostor relativně studený a rošt se poměrně rychle zaplní nenahořelými peletami. Po několikaměsíčním provozování kotle na nižší výkon byly na kotlovém tělese patrné známky koroze, které jsou podobné korozi kotlového tělesa dřevospalujícího kotle spalujícího vlhké dřevo. I při ideálním provozu, kdy z komína jde pouze pára, zanechávají alternativní pelety v okolí znatelnou „pachovou“ stopu, která není tak výrazná u dřevních pelet a dokonce ani při spalování hnědého uhlí v retortovém hořáku.

Tab. 3 Naměřené a vypočtené hodnoty emisí

	Jednotka	Dřevní	Alternativní
O ₂	%	11,5	10,7
CO ₂	%	8,8	9,5
CO	ppm	236	897
CO ₁	mg/m ³	341	1197
NO _x	ppm	81	381
NO _{x1}	mg/m ³	196	748
HCl	ppm	36	132
HCl ¹	mg/m ³	69,2	234

¹ ... přepočteno na ref. obsah O₂ = 10 %



Obr. 3 Alt. pelety z 50 % ovesných slupek a 50 % ječných omelků a popel vzniklý jejich spálením

ZÁVĚR

Alternativní pelety jsou velice perspektivní palivo, které lze ve většině případů úspěšně spalovat např. v malých kotlích s retortovými peletovými hořáky. Nicméně není možné přehlížet jejich specifické vlastnosti vyplývající z jejich prvkového složení. Provozováním kotlů na vysoké výkony zabráníme nízkoteplotní či tzv. „chlorové“ korozi kotlového tělesa, ale problém s vyšší agresivitou spalin přeneseme do okolního prostředí. Vedle hledání vhodných druhů energetických rostlin by se měl aplikovaný výzkum začít intenzivněji zabývat samotným problémem spalování. Proces peletizace má jednu velkou výhodu v tom, že lze do paliva velice jednoduše a homogenně aplikovat vhodná aditiva, která jsou v samotném procesu spalování schopná eliminovat spoustu nepříjemných vlastností původní suroviny. Ve Švédsku mají např. velice dobré zkušenosti s uhličitarem sodným, který váže síru, chlór a jiné škodliviny do popelovin [2].

Kontakt na autora: zdenek.lycka@razdva.cz, petr.serks@dlouhy-ita.cz

Použitá literatura :

- [1] ČSN EN14961–1 Pevná biopaliva – Specifikace a třídy paliv-Část 1: Obecné požadavky
- [2] Bengt-Erik Löfgren : Pellets from Agricultural land-A crosscut or a detour? Serious Cereal Heating