

Spalování biomasy – odprašování

Biomass Combustion – Dust Removal

Recenzent

doc. Ing. Jiří Hemerka, CSc.

Autor se zabývá problematikou spalování biomasy a následného odlučování tuhých příměsí. Uvádí příklad instalace kotle o výkonu 1,1 MW spalujícího dřevní štěpku, kde ČIŽP vyžadovala zprísněný emisní limit pro tuhé znečišťující látky (TZL) a jejich dvoustupňové odlučování. Poukazuje na neoprávněnost tohoto požadavku z hlediska naší legislativy a nevhodnost dvoustupňového odlučování s textilním filtrem pro toto zařízení, neboť filtr po krátké době provozu vyhořel. Uvádí výsledky měření emisí TZL a CO za mechanickým odlučovačem (multicyklonem), které prokázaly, že i při jedno-

Klíčová slova: spalování biomasy, emise, dvoustupňové odlučování, účinnost odlučování

The author deals with problems of bio mass combustion and subsequent removal of solid particles. He presents an example of a wood chip boiler installation with an output of 1.1 MW where the Czech Environmental Inspection Authority imposed stricter limits on polluting solid particles, (TZL), and required that their removal equipment be of a two-stage type. He argues that such a requirement is legally not called for, and that a two-stage removal process with textile filters is unsuitable for this type of equipment as shown by filter burn out. In support of his argument, he presents the results of TZL and CO emissions measurements downstream of a mechanical separator (multi-cyclone) that proved the possibility to reach the tighter emission limits for TZL by using only a single-stage removal process by a mechanical separator.

Key words: biomass combustion, emissions, two-stage removal, removal effectivity

ÚVOD

V č. 4 VVI tr. podali autoři Hrdlička F. a Hrdlička J. [1] dosti podrobný a kvalifikovaný rozbor využitelnosti obnovitelných zdrojů energie v ČR. Po krátkém úvodu, v němž autoři uvedli svůj názor na alternativní zdroje jako takové (energii vody, větru, fotovoltaické články) věnovali se podrobně rozboru spalování biomasy a to hlavně s ohledem na životní prostředí, tj. na kvalitu palin a popílku, které při tomto procesu vznikají.

Ve shodě s autory pokládám spalování biomasy za jediný, v současné době rozumný způsob využití obnovitelných zdrojů k výrobě energie. Proces fotovoltaických článků nebude ještě dlouho schopen stát se významným přínosem výroby elektřiny, využívání větrné energie v současné podobě je velmi škodlivým a drahým zásahem do energetických sítí.

Autoři uvedené publikace se soustředili na mechanismus vzniku škodlivin typu PCB, PCDD/F a konstatují, že tento není zdaleka úplně prozkoumán. Lze říci, že zde míří tento příspěvek do budoucnosti, neboť v současné době se biomasa spaluje spíše v menších (ve smyslu zákona č. 86/2002 Sb. malých a středních) zdrojích, kde tyto škodliviny nejsou měřeny ani sledovány.

KOTEL MULTIVALENT – PŘÍKLAD REALIZACE

Autoři uvedeného příspěvku popsali spalování biomasy v celé šíři, následující text popisuje jednu konkrétní realizaci a problémy, které bylo nutno řešit.

V březnu r. 2004 byl ve výtopně brněnské firmy TEZA uveden do provozu kotel MULTIVALENT o tepelném výkonu 1,1 MW spalující dřevní štěpku.

Výrobce dodal kotel včetně mechanického odlučovače s typovým označením NUCLEO.

Souhlas s umístěním stavby a s uvedením do provozu vydal oblastní inspektorát ČIŽP Brno v březnu 2002. Toto rozhodnutí obsahuje dvě ustanovení, která později vyvolala složitá jednání.

Protože výtopna leží přímo v obytné zóně, vydala inspekce (OI Brno odd. ovzduší), na základě výsledků rozptylové studie, zprísněný emisní

limit pro tuhé znečišťující látky (TZL). Kotel samostatně provozovaný by patřil do kategorie středních zdrojů, pro který platí dle nařízení vlády č. 352/2002 Sb. limit 250 mg/m³ v přepočtu na referenční podmínky – suchý plyn, normální podmínky a 11 % obsah O₂. Zprísněný limit byl stanoven na 150 mg/m³. Až potud jasné stanovisko doplnil inspektorát podmínkou ...*instalace nejlepší technologie – odlučovací zařízení – elektrický odlučovač, látkový filtr*. Tato zřejmě nadbytečná a ve znění zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší jen těžko obhajitelná podmínka byla později předmětem jednání s krajským úřadem, který stanovisko ČIŽP pochopitelně přešel.

Poznámka recenzenta: povinnost použít pro odlučování nejlepší dostupnou technologii je v zákoně o ochraně ovzduší (§ 3, čl. 6) zavedena pro výstavbu nových a rekonstrukci stávajících zvláště velkých zdrojů, tedy spalovacích zdrojů o tepelném příkonu větším než 50 MW.

Provozovatel podmínku instalace filtru splnil a zakoupil a nechal instalovat látkový filtr od firmy CIPRES – FILTR Brno. Jedná se o filtr s regenerací pulsním profukem, kde dodavatel použil velmi drahou filtrační textilií PI/PI/5084 (dle mého názoru jen z cenových důvodů) a zcela výjimečně nízkou filtrační rychlost (cca 0,01 m/s), ačkoliv v propagačních materiálech uvádí hodnotu 0,04 až 0,07 m/s.

Tento filtr v dubnu 2004, tj. po necelém měsíci provozu, zcela vyhořel a výrobce jej demontoval. Emisní měření dosud neproběhlo a kotel byl odprašován pouze dvoustupňově – mechanickým odlučovačem.

Příčinu požáru zkoumala Policie ČR, Hasičský záchranný sbor, vyjádřil se i výrobce kotle. Všechny uvedené orgány se vyjádřily v tom smyslu, že příčinu požáru nelze určit.

Kotelna je bezobslužná, takže existují záznamy přístrojů, sledujících spalovací režim. Z těchto záznamů vyplývá jednoznačná časová shoda mezi výměnou popelnice pod kotlem a vznikem požáru. Emise CO, která v průběhu spalování vykazovala téměř konstantní hodnotu 88 mg/m³, v době výměny popelnice prudce a krátkodobě vzrostla na 275 mg/m³.

Poznámka recenzenta: emisní limit pro CO pro velké a střední spalovací zařízení spalující dřevo a biomasu činí dle nařízení vlády č. 352/2002 Sb. 650 mg/m³.

Emise nebyly tedy na kompletním, dvoustupňovém odlučovači (mechanický odlučovač + látkový filtr) dosud měřeny.

Měření autorizované laboratoře TESO Brno, až po požáru filtru, prokázalo, že emisní limit pro TZL je i v tomto stavu dodržován s velkou rezervou.

Krajský úřad vydal následně rozhodnutí, kterým povolil zkušební provoz kotle do 30.9.2004. Přestože limit pro emise TZL byl spolehlivě plněn, zůstávalo v platnosti rozhodnutí o instalaci druhého odlučovacího stupně, byť zcela evidentně nepodložené.

Měření laboratoře TESO bylo zcela v souladu s předpisy, zahrnovalo však časový úsek pouze několik hodin. Aby byla vyloučena eventuelní námitka úpravy provozu kotle na dobu měření, objednal provozovatel u stejné laboratoře nové měření, které trvalo několik dní (přerušovaně) a bylo připraveno tak, aby obsáhlo všechny možné režimy provozu kotle. Toto měření opět prokázalo spolehlivé dodržení zprůsněného emisního limitu pro TZL.

PARAMETRY ZAŘÍZENÍ, NAMĚŘENÉ HODNOTY

Parametry zařízení

Účinnost roštového kotle MULTIVALENT 1,1 MW s manuálním odpopilkováním uvádí výrobce 84 %. Palivem je kvalitní štěpka o výhřevnosti 7,7 MJ/kg, vlhkosti 50 %. Kotel nebývá provozován na plný výkon a průměrná hodinová spotřeba paliva je 445 kg a kotel produkuje cca 4000 m³/h spalin.

Kotel je dodáván s mechanickým odlučovačem, s typovým označením NUCLEO. Jedná se o multicyklón s kruhovým uspořádáním cyklónů, průměr článků s tečným vstupem je 180 mm.

Filtr firmy CIPRES BRNO, typu CARM GH/15/ŠB;Š měl filtrační plochu 90 m² (filtrační rychlost 0,012 m/s), byl regenerován pulsním profukem tlakovým vzduchem 0,6 až 0,7 MPa.

Výsledky měření koncentrací TZL a CO

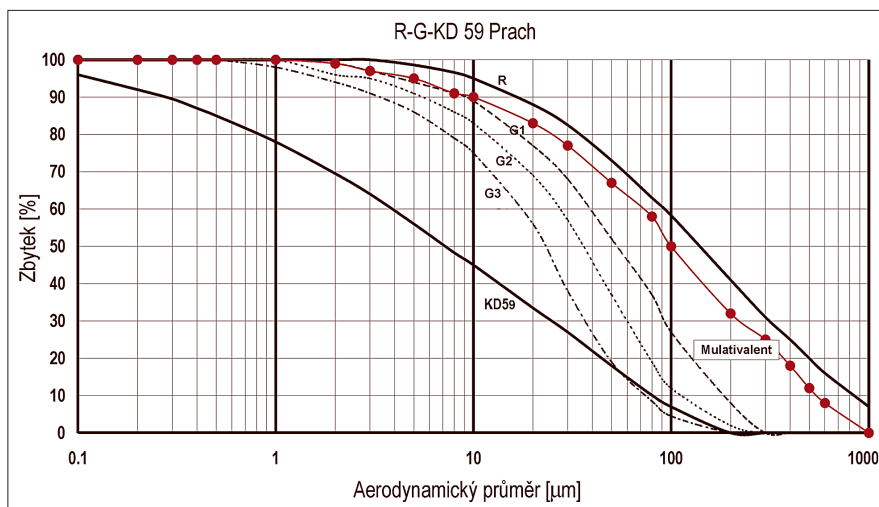
Při prvním měření po vyhoření filtru bylo na vstupu do komína naměřena koncentrace 113 ± 11 mg/m³ TZL v suchém plynu a při normálních podmínkách, po přepočtu na referenční obsah O₂ je koncentrace TZL rovna 115,3 mg/m³, neboť kotel spaluje při obsahu O₂ téměř shodném s referenční hodnotou. Jak již bylo uvedeno, koncentrace CO dosahovala hodnot kolem 88 mg/m³ s krátkodobou špičkovou hodnotou 275 mg/m³. Při druhém měření (časový úsek 5 dní) byla zjištěna průměrná koncentrace TZL po přepočtu na referenční podmínky ≤ 100 mg/m³.

Toto měření potvrdilo ještě výrazněji schopnost dodržení zprůsněného emisního limitu pouze mechanickým odlučovačem.

Celková odlučivost mechanického odlučovače

Provozovatel poskytl údaje o množství zachyceného popela v popelnici pod kotlem, ve výsypce mechanického odlučovače a ve filtru. Z těchto hodnot lze určit přibližnou odlučivost mechanického odlučovače. V popelnici se za den zachytí 180,7 kg, ve výsypce 16,2 kg a ve filtru 6,1 kg.

Zanedbáme-li hmotnost popílku na výstupu z filtru (výstupní koncentrace u kvalitních filtrů dosahuje hodnot i pod 1 mg/m³), zachytí se v kotli 89 %, v mechanickém odlučovači 8 % a ve filtru cca 3 % popílku. Do mechanického odlučovače vstupuje celkem 22,3 kg (16,2 + 6,1 kg, úlet z filtru je za-



Obr. 1 Granulometrické složení normalizovaných prachů (Technický katalog ZVVZ TK 2-1967) a popílku z kotle MULTIVALENT

nedbán) a vystupuje 6,1 kg. Celková odlučivost je definována podílem zachycené a vstupující hmoty, takže $16,2/22,3 = 0,73$.

Koncentrace TZL na výstupu z kotle

Celková odlučivost 73% je pro daný odlučovač zcela pravděpodobná. Z této hodnoty je možno přibližně určit koncentraci TZL na výstupu z kotle. Výstupní koncentrace z odlučovače byla naměřena cca 100 mg/m³ a pokud připustíme, že toto je 27 % emise, pak 100 % emise z kotle je 370 mg/m³.

Lze tedy předpokládat, že kotel tohoto typu emituje koncentraci pod 0,5 g/m³. Tato hodnota je zdnalivě velmi nízká, jde však o roštový kotel a popílek má nízkou hustotu. Laboratorně byla zjištěna pouze sypaná hmotnost $\rho_s = 500 \text{ kg/m}^3$.

Granulometrické složení popílku

Při prvním emisním měření zjistila laboratoř též granulometrické složení popílku z popelnice pod kotlem. Rozbor byl ovšem **proveden** metodou, která není vhodná pro posouzení odlučivosti mechanického odlučovače. Metody určení granulometrického složení založené na pádové rychlosti částice patří zřejmě už definitivně do minulosti.

Vzorek byl nejprve podroben síťové analýze a jemná frakce pak laserové analýze přístrojem Fritsch Analyssete. Porovnáním takto získaných hodnot lze pouze přibližně sestavit křivku zbytků. Obr. 1 ukazuje předpokládaný průběh křivky, vnesené mezi křivky normalizovaných prachů podle katalogu ZVVZ TK-2 [2]. Popílek lze přibližně označit za popílek typu R – roštový. Tento očekávaný výsledek bylo nutno ověřit vzhledem ke zcela odlišným vlastnostem paliva. Křivky normalizovaných prachů (R, G1 až G3) byly konstruovány pro popílky uhelné.

SHRNUTÍ

Příspěvek autorů Hrdlička F. a Hrdlička J. [1] se zabývá problematikou spalování biomasy v celé šíři a poukazuje i na problémy dosud nevyřešené.

Tento text předkládá řešení jednoho konkrétního případu. Je tedy třeba zvážit, nakolik lze výsledky tohoto řešení pro spalování biomasy a ochranu ovzduší zobecnit.

Palivo

Palivem v kotli MULTIVALENT je klasická a kvalitní štěpka, částice dřeva o velikosti řádu cm. Údajně má konstantní vlastnosti, důležité pro spalování.

Emise

Na kotli fy TEZA byly měřeny pouze dvě škodliviny, TZL a CO. Přítomnost sloučenin síry nebyla, zřejmě oprávněně, předpokládána. Ve spalínách se asi vyskytuje velmi malý podíl NO_x a organických látek.

Čištění spalin

V tomto případě, který byl ovlivněn požárem filtru, se ukázaly některé důležité okolnosti. I když kvalita použitého mechanického odlučovače není špičková, je zřejmé, že pro dodržení stanoveného limitu emisí TZL vyhovuje s velkou rezervou. Lze tedy předpokládat, že i při současném trendu neustálého zpřísňování limitních hodnot, bude princip mechanického odlučování vhodný jako jediný stupeň. Toto tvrzení však platí jen pro podmínky, které existovaly na uvedeném kotli a pro uvedené palivo.

Přesto je nesporné, že použití textilního filtru by znamenalo účinnější snížení výstupní koncentrace TZL. Snížení této koncentrace z řádu 10² mg/m³ na jednotky nebo desítky mg/m³ není v současné době nutné, nicméně trend trvalého zpřísňování emisních limitů lze předpokládat.

Bezpečnost provozu

S ohledem na situaci, která nastala ve výtopně TEZA, však vyvstává otázka požární bezpečnosti provozu při instalaci filtru jako druhého stupně čištění. Při poměrně dobré odlučivosti mechanického odlučovače vstupuje do filtru velmi nízká koncentrace velmi jemného popílku. Vrstva tohoto popílku (filtrační koláč) nemusí být odstraněna ani účinnou regenerací pulsním profukem. Při náhodném průniku nedokonale vyhořelé částice na filtrační textilii filtr vyhoří. Ani prudký nárůst koncentrace

CO v době výměny popelnice pod kotlem nelze opomenout, i zde je možná příčina požáru filtru.

Jiná situace by patrně nastala na filtru bez předřazeného mechanického odlučovače. Filtrační koláč by byl tvořen vrstvou hrubšího popílku, která se snadněji regeneruje.

Použití filtrační textilie s vysokou teplotní odolností nemá smysl, filtr CIPRES ve výtopně TEZA byl vybaven textilií odolnou teplotě 260 °C a přesto vyhořel. Pro spolehlivý provoz by bylo nutno instalovat aktivní protipožární ochranu (detekce jisker), což je velmi drahá záležitost a vzhledem k možnému přínosu velmi pochybná.

ZÁVĚR

Problém čištění spalin z kotle na spalování biomasy je třeba řešit individuálně a velmi uvážlivě. Biomasa je chemicky a biologicky dosti široký pojem a tedy i emise z jejího spalování jsou chemicky různé. S ohledem na očekávaný trend vývoje předpisů na ochranu ovzduší je třeba počítat s tím, že čištění spalin ze spalování biomasy bude stejně náročné jako čištění spalin z klasických paliv.

Použité zdroje:

- [1] Hrdlička F., Hrdlička J.,: Spalování biomasy – zdroje obnovitelné energie, VVI č. 4, 2006, s. 169–175
- [2] Katalog ZVVZ TK – 2, Milevsko 1967. ■

* Univerzální řešení klimatizace

Kdo chce ve skandinávských zemích v kancelářských budovách zajistit dobrou kvalitu vzduchu a příjemné klima, bez hluku a průvanu, instaluje především stropní chladicí trámy. Ty se v severní Evropě staly vedoucími výrobky v oboru klimatizace. Vzhledem k velmi jednoduché instalaci a bezproblémovému provozu, nabývají tyto přístroje na významu i v Německu, Anglii, ve státech Benelux a ve Švýcarsku.

Používají se dva druhy jednotek: pasivní a aktivní. Pasivní jednotky sestávají ze skříňové obsahující výměník vzduch/studená voda. Vzduch nasávaný pod stropem se ve výměníku zchladí a pak vystupuje mezi jeho žebry malou rychlostí dolů do místnosti. Aktivní jednotky jsou doplněny nuceným a kontrolovaným přívodem vzduchu (zpravidla venkovním a upraveným v centrále) a distribuce vzduchu do místnosti se děje většinou řadou individuálně nastavitelných malých trysek. Obojí jednotky se rozmisťují tak, aby pokud možno „spolupracovaly“ se zdroji tepla v místnosti.

CCI 4/2006

(Ku)

* Termostat ovládaný řečí

Americká firma *Action Talking Products LLC* uvedla na trh, jako světovou premiéru, programovatelný termostat „Kelvin“, který reguluje teplotu v místnosti na slovní pokyn uživatele. Příkazem „termostat“ se Kelvin zaktivuje, načež reaguje na příkaz „raise“ (zvýšit) nebo „lower“ (snížit) a potvrdí nastavenou teplotu slovy, např. „seventy degrees Fahrenheit“ (70 stupňů Fahrenheita = 21 °C). Přitom je slovo „termostat“ důležité. Pro zajímavost – při úvodních pokusech reagoval Kelvin při partii pokeru na vyhlášku „I rise“ (zvyšuji) a teplota v místnosti se zvýšila až na maximum.

CCI 5/2006

(Ku)

* Podpora solární energie a biomasy pokračuje

Po čtyřměsíční přestávce bylo v SRN v březnu 2005 znovu obnoveno přidělování dotací na solární zařízení a spalování biomasy. Následovala přihláška asi 50 000

žadatelů. Spolkové ministerstvo pro životní prostředí, ochranu přírody a bezpečnost reaktorů (BMU) nastavilo nyní jasné mezní podmínky pro pokračování dotací v této oblasti.

Dotace obnášejí:

- 85 Euro na m² plochy kolektorů pro tepelná solární zařízení k ohřevu pitné vody
- 108 Euro na m² plochy kolektorů pro tepelná solární zařízení k ohřevu pitné vody a k podpoře vytápění
- 48 Euro na kW topného výkonu pro kotle na pelety
- 40 Euro na kW topného výkonu pro ručně zásobované zplyňovací kotle na dřevěná polena.

Dříve nevyřízené případy dotací lze nyní uskutečnit za nových podmínek. Spolkový svaz průmyslu pro domovní techniku, energetiku a životní prostředí (BDH) vítá nové rozhodnutí BMU. Předvídá pro rok 2006 odbyt přes 1 milion m² solárních kolektorů, což odpovídá objemu dotací 81 milionů Euro.

Cílem solárního odvětví je, stát se nezávislým na dotacích. Spolkový svaz pro solární hospodářství (BSW) požaduje uzákonění minimálního standardu využívání obnovitelných energií podle vzoru nařízení o tepelné ochraně staveb nebo zákon o teple, podle vzoru zákona o obnovitelných energiích

CCI 5/2006

(Ku)

* Mezinárodní veletrhy v Číně

Mezinárodní veletrh chladicí a klimatizační techniky, větrání, zpracování a skladování potravin *China Refrigeration* se pravidelně střídá v Pekingu a Šanghaji. V roce 2005 byl konán v Šanghaji a to na ploše 11 400 m² a účastnilo se jej 403 vystavovatelů, z nichž bylo 143 z 22 cizích zemí. Z cca 37 200 návštěvníků bylo 7324 z 81 cizích zemí. Ze zahraničních vystavovatelů to bylo především z Jižní Koreje, USA, Německa a Španělska.

CCI 4/2006

(Ku)