

NEGATIVNÍ VLIV SPOLUSPALOVÁNÍ BIOMASY NA ODSÍŘENÍ SPALIN Z FLUIDNÍCH KOTLŮ

PETR BURYAN

Ústav plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší, Vysoká škola chemické-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6
buryanp@vscht.cz

Došlo 27.5.14, přijato 9.10.14.

Rukopis byl zařazen k tisku v rámci placené služby urychleného publikování.

Klíčová slova: spoluspalování, biomasa, odsíření spalin, uhlí, vápenc

Úvod

V předcházejících letech byly naše výzkumné práce zaměřeny převážně na řešení různých provozních stavů fluidních kotlů spalujících hnědá uhlí, které vykazovaly nedostatečnou účinnost odsíření spalin. Dokázali jsme, že i při odsířování vápencem s vyšším obsahem uhličitánu vápenatého jsou dosahovány horší výsledky odsíření spalin než při aplikaci vápence s nižším obsahem¹. Nedostatek v odsířování spalin byly nejdříve připisovány vysokým výkonům kotlů, poté změnám v provozních režimech, velikosti částic uhlí a vápence dávkovaných do ohniště kotlů a spékání kalcinací vznikajícího CaO. Rozborů však jednoznačně potvrdily, že nedostatečné odsíření spalin je důsledek reakcí kalcinací vznikajícího CaO s oxidy balastních komponent uhlí a vápenců^{1–4}.

V současnosti, kdy je vyvíjeno úsilí nahradit fosilní paliva různými typy biomasy s cílem snížit emise oxidu uhličitého z fosilních paliv, zaznamenáváme v této oblasti stále více negativních provozních problémů. Cílem tohoto sdělení je proto snaha přispět k vysvětlení těchto negativních jevů promítajících se do exploatace energetických zařízení.

Charakteristika řešeného problému

Účinnost spalování a odsíření spalin historicky nejstarších typů fluidních kotlů nesplnilo očekávání. Proto pro omezení nedostatků byla část látek ze spalin zachycovaných odlučovačem situovaným mezi ekonomizér a ohřivač vzduchu recyklována zpět do spalovací komory kotle. U cirkulačních fluidních kotlů je primární odlučovač částic situován bezprostředně za spalovací komorou. Unikají jen částice < 90 μm, které se zachycují v navazujících odlučovačích. Pokud použijeme v cirkulační fluidní vrstvě přeby-

tek vápence oproti stechiometrii CaCO₃ : SO₂ v poměru 2 – 2,5 : 1, potom odsíření bývá 90 %, a to v závislosti na obsahu spalitelné síry v uhlí a na reaktivitě vápence. Pro dosažení účinnost odsíření > 90 % dávkované množství vápence podstatně vzrůstá⁵.

Při provozu fluidních kotlů spalujících hnědé uhlí dochází ke stavům, při kterých je platný emisní limit pro SO₂ obtížně dodržován⁶. Množství dávkovaného vápence do kotle v těchto případech je velmi vysoké a negativně ovlivňuje ekonomiku procesu. Vznikající tuhé vedlejší energetické produkty vyvážené na deponie obsahují pak > 20 hm.% „volného“ CaO. Ten reaguje na skládkách s CO₂ v ovzduší za vzniku CaCO₃, přičemž tuto reakci není možné zahrnout do bilancí emisí CO₂.

Jednou z příčin vysokých spotřeb vápenců je, že CaO vznikající kalcinací reaguje s oxidy spalovaného uhlí, resp. s balastními minerály vápenců za vzniku komponent, které jej obalují a zapouzdřují¹. Tento negativní vliv byl zaznamenán i při spoluspalování biomasy s uhlím ve fluidních kotlích⁴.

Experimentální část

Sledované suroviny

Studium odsířovacích procesů bylo zaměřeno na suroviny využívané čs. elektrárnami. Z mnoha dosažených výsledků jsou zde prezentovány poznatky ze spalování hnědých uhlí společností Mostecká uhelná (MUS), Czech Coal (CC), lignitu – mladé hnědé uhlí z dolu Mír, Mikulčice a z dolu Bílina. Z údajů týkajících se biomasy jsou v textu shrnuty údaje týkající se elektrárny ČEZ – Hodonín, kde je spoluspalována dřevní štěpka z okolí elektrárny – biomasa Hodonín a elektrárny ČEZ Poříčí, kde jsou spoluspalovány rostlinné peletky (S1) a dřevní peletky (S2). Soubor biomasy je rozšířen o odpadní biomasu vzniklou při zpracování slunečnice na olej (zbytek z výroby slunečnicového potravinářského oleje po extrakci hexanem) a suchého jehličí borovice a o dřevinu z lísky, břízy, smrku a borovice.

Vápence použité k odsíření

Jako prostředky k odsíření spalin byly sledovány vápence z lokality Čertovy schody (CS), Štramberský (STR) a Černý důl (CD). Zvolená velikost zrn vápenců (0,3 až 0,6 mm) odpovídala podmínkám fluidace používané laboratorní aparatury^{2,3}.

Parametry sledovaných tuhých fosilních paliv a biomasy jsou uvedeny v tab. I, vápenců v tab. II a složení popelů uhlí a biomasy v tab. III. Z uvedených údajů vyplývá, že největší zastoupení CaO má vápenc STR, nejmenší CD. Oxidů podílejících se na zapouzdření CaO a na zvyšování spotřeby vápenců (Al₂O₃, SiO₂) je nejvíce ve vápenci CD. Nejvyšší podíl oxidů vytvářejících nežádoucí substance byl prokázán u popelů z biomasy slunečnice a rostlinných pelet (S1).

Tabulka I
Parametry sledovaných vzorků uhlí a biomas (hm.%)

Parametr	Lignit	MUS	CC	Bílina	Biomasa Hodonín	Slunečnice	S1	S2	Jehličí	Smrk	Borovice	Bříza	Líska
W ^a	19,22	21,37	11,76	19,72	21,07	7,50	12,70	45,09	16,00	18,99	17,27	17,60	16,02
A ^d	22,18	11,30	17,41	50,66	1,11	4,20	4,53	0,86	3,16	1,19	0,84	1,01	0,97
V ^a	30,35	34,78	39,29	14,23	65,25	70,57	5,58	5,66	64,19	79,77	81,76	83,02	82,94
Prvek													
C ^d	44,27	61,78	60,36	42,58	47,78	48,37	46,36	48,38	52,01	47,28	49,35	48,90	48,76
H ^d	4,19	5,11	5,00	3,89	6,08	6,03	6,79	6,40	6,55	5,78	6,00	5,71	6,09
N ^d	0,75	0,95	0,95	0,61	0,18	1,96	3,14	0,14	0,74	0,06	0,16	0,16	0,30
S ^{da}	1,46	1,03	1,34	0,76	0,01	0,09	0,01	0,01	0,01	–	–	–	–

W – voda, A – popel, V – prchavá hořlavina, S – spalitelná síra, a – analytický vzorek, d – suchý

Tabulka II
Složení zkoušených vápenců (hm.%)

Oxid	STR	CD	CS	Oxid	STR	CD	CS
Na ₂ O	0,09	0,06	0,15	K ₂ O	0,06	0,24	0,11
MgO	0,78	1,66	0,78	CaO	96,20	93,70	95,20
Al ₂ O ₃	0,50	1,35	0,87	TiO ₂	0,04	0,05	0,06
SiO ₂	1,68	1,68	2,17	MnO	–	0,08	0,03
P ₂ O ₅	0,20	0,06	0,15	Fe ₂ O ₃	0,27	0,54	0,32
SO ₃	0,09	0,01	0,07	SrO	0,04	0,05	0,06

Posouzení vlivu biomas na adsorpční mohutnost kalcinátů vápenců

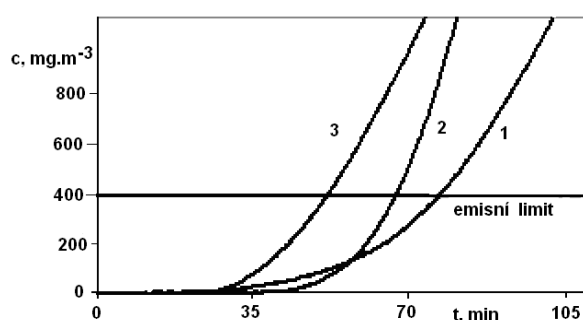
Porovnání adsorpční mohutnosti kalcinátů vápenců při spoluspalování zkoumaných druhů fosilních paliv a biomas bylo provedeno prostřednictvím průrazových křivek standardního modelového plynu s SO₂ přes fluidní lože kalcinátu při 850 °C odpovídající běžným provozním podmínkám. Kalcinát byl připravován za konstantního hmotnostního poměru hnědého uhlí nebo lignitu (20 g), vápence (4 g) a různého množství biomas 50 až 150 hm.% biomas vztážené na hmotnost uhlí v externí peci při teplotě 850 °C před vložením do modelové aparatury. Při studiu chování uhlí Bílina byly navážky 26 g uhlí, 3 g vápence a 5, 10, 15 hm.% biomas vztážené na hmotnost uhlí. Jako modelové spaliny byla použita směs o složení 13 % CO₂, 7 % O₂ a 6860 mg SO₂/m³. Zbytek tvořil N₂.

Základním kritériem pro porovnání naměřených výsledků byl čas uplynulý od počátku měření do dosažení legislativně stanoveného emisního limitu – obsahu 140 ml SO₂/m³ spalin (400 mg SO₂/m³ spalin) vztážený na normální podmínky, suchý plyn a vztážený obsah kyslíku 6 obj.% O₂, platný pro průmyslové fluidní kotle o příkonu nad 100 MW (cit.⁶).

Diskuse naměřených výsledků

Výsledky jsou uvedeny v grafické podobě jako závislosti koncentrace oxidu siřičitého na výstupu z fluidního reaktoru na době měření.

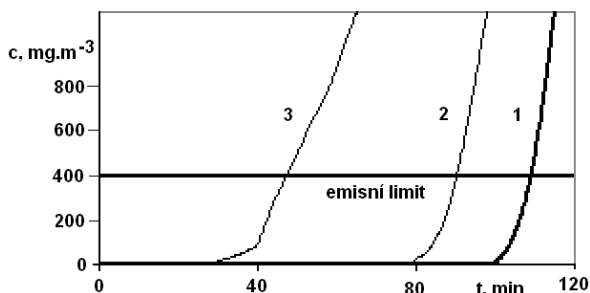
Z porovnání výsledků modelových měření (obr. 1–3) je zřejmý velmi významný rozdíl ve schopnosti zachytu



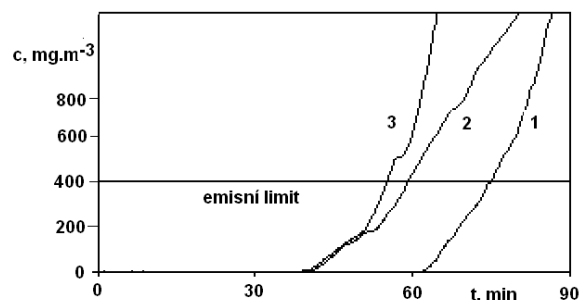
Obr. 1. Porovnání reaktivit kalcinátů vápenců s SO₂ po předchozí kalcinaci v přítomnosti uhlí Czech Coal při 850 °C; navážka 20 g uhlí, 4 g vápence, 1 – uhlí + vápenc Čertovy schody, 2 – uhlí + vápenc Štrambersk, 3 – uhlí + vápenc Černý důl, c – výstupní koncentrace SO₂ z reaktoru, t – čas

Tabulka III
Porovnání složení popele uhlí a biomas (hm.%)

Oxid	Lignit	MUS	CC	Bílina	Biomasa Hodonín	Slunečnice	S1	S2	Jehličí	Smrk	Borovice	Bříza	Líska
Na ₂ O	0,37	1,05	0,94	0,91	0,71	4,83	0,15	0,92	1,75	0,58	3,98	1,98	0,50
MgO	2,72	1,02	0,87	1,77	4,89	10,00	13,33	5,87	12,00	6,69	11,64	3,98	8,78
Al ₂ O ₃	26,29	32,28	31,50	33,74	11,09	0,09	0,08	0,96	3,25	2,65	3,21	9,30	1,15
SiO ₂	40,48	47,01	53,60	43,30	22,99	0,50	1,61	2,40	10,90	8,49	12,80	48,45	3,50
P ₂ O ₅	0,14	0,28	0,21	0,23	3,41	26,00	48,67	2,64	3,35	3,55	3,30	2,23	4,28
SO ₃	10,46	3,68	0,63	5,24	2,92	7,92	0,11	1,28	5,12	2,10	1,63	1,05	1,58
K ₂ O	10,07	1,67	1,32	1,18	11,28	37,10	31,57	12,08	7,85	9,20	9,31	7,48	3,90
CaO	10,05	2,97	1,79	4,47	34,96	11,20	3,44	71,09	53,00	42,55	46,21	16,33	71,27
TiO ₂	0,86	1,73	2,41	2,01	0,73	–	–	0,07	0,28	0,18	0,20	0,55	0,14
MnO	0,06	0,06	0,03	0,06	3,22	0,06	0,36	1,35	0,04	0,13		0,01	0,07
Fe ₂ O ₃	7,14	7,84	6,32	6,68	2,75	0,70	0,35	0,43	0,10	3,78	2,74	1,72	2,58
CuO	0,02	0,02	0,01	0,02	–	0,04	0,03	0,03	0,21	1,56	1,52	3,84	1,21
ZnO	0,02	0,02	0,01	0,02	0,19	0,08	0,24	0,36	0,03	0,04	0,93	0,06	0,06
SrO	0,07	0,06	0,02	0,06	0,26	0,01	0,02	0,28	0,09	0,16	0,01	0,02	0,03
BaO	0,10	0,04	–	0,06	0,43	–	–	–	–	0,09	0,08	0,16	0,26
Cl	–	–	–	–	–	1,44	–	–	0,15	0,47	2,43	1,10	0,24



Obr. 2. Porovnání reaktivit kalcinátů vápenců s SO₂ po předchozí kalcinaci v přítomnosti uhlí Mostecké uhelné při 850 °C; navážka 20 g uhlí, 4 g vápence, 1 – uhlí + vápenec Čertovy schody, 2 – uhlí + vápenec Štrambersk, 3 – uhlí + vápenec Černý důl, *c* – výstupní koncentrace SO₂ z reaktoru, *t* – čas

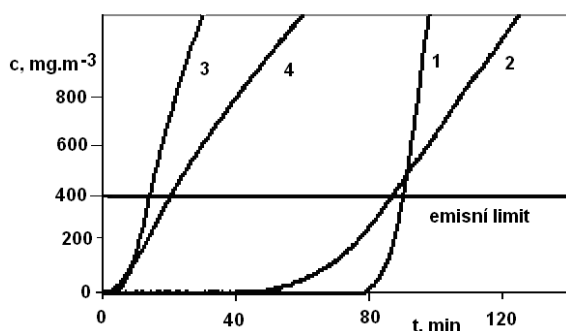


Obr. 3. Porovnání reaktivit kalcinátů vápenců s SO₂ po předchozí kalcinaci v přítomnosti lignitu při 850 °C; navážka 20 g lignitu, 4 g vápence, 1 – lignit + vápenec Čertovy schody, 2 – lignit + vápenec Černý důl, 3 – lignit + vápenec Štrambersk, *c* – výstupní koncentrace SO₂ z reaktoru, *t* – čas

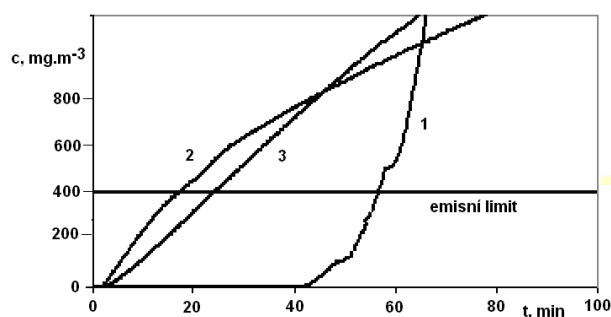
SO₂ ze spalin kalcinátém vápence z lomu CS proti kalcinátům CD a STR při spalování sledovaných fosilních paliv z pohledu dosažení emisního limitu 400 mg SO₂/m³. Zjištěné rozdíly mezi těmito fosilními palivy lze přisoudit rozdílu v koncentraci spalitelné síry a nežádoucím reakcím balastních minerálů v lignitu¹.

Vliv postupného zvyšování přídavku biomasy ke směsi uhlí, resp. lignitu a vápence STR byl nejprve zkoumán postupným navyšování hmotnosti biomasy Hodonín (obr. 4). Z obr. 4 je zřejmé, že přídavek 20 g biomasy Ho-

donín, tzn. úprava na 50 % uhlí : 50 % biomasy před kalcinací, se projevil velice negativně. Čas průrazu se zkrátí až 10 krát. Navýšení hmotnosti biomasy na 30 g se taktéž projevilo negativním způsobem. Emisního limitu v tomto případě bylo dosaženo po 24 min, což je oproti předchozímu 20 g přídavku mírné zlepšení. Zde se již počal částečně uplatňovat vysoký obsah CaO ve sledovaném popelu biomasy. Zhoršení adsorpční mohutnosti kalcinátu vápence STR získaného za přítomnosti popele uhlí MUS a přídavku biomasy lze vysvětlit nežádoucími reakcemi popele této



Obr. 4. Porovnání reaktivit vápence Štramberské s SO_2 po kalcinaci v přítomnosti uhlí Mostecké uhelné a různého množství biomasy Hodonín při $850\text{ }^\circ\text{C}$; navážka 20 g uhlí, 4 g vápence, 1 – uhlí + vápence, 2 – uhlí + vápence + 10 g biomasy Hodonín, 3 – uhlí + vápence + 20 g biomasy Hodonín, 4 – uhlí + vápence + 10 g biomasy Hodonín, c – výstupní koncentrace SO_2 z reaktoru, t – čas



Obr. 5. Porovnání reaktivit vápence Štramberské s SO_2 po kalcinaci v přítomnosti lignitu a různého množství biomasy Hodonín při $850\text{ }^\circ\text{C}$; navážka 20 g lignitu, 4 g vápence, 1 – lignit + vápence, 2 – lignit + vápence + 10 g biomasy Hodonín, 3 – lignit + vápence + 30 g biomasy Hodonín, c – výstupní koncentrace SO_2 z reaktoru, t – čas

Tabulka IV

XRD analýza uhlí MUS + vápence STR + biomasa Hodonín (% krystalické části)

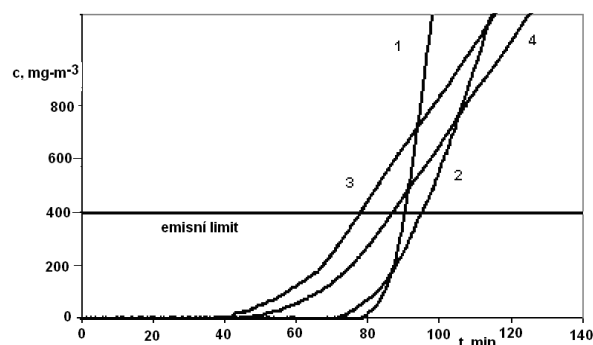
Kr. fáze	Anhydrit	Oxid vápenatý	Křemen	Hematit	Akernit
Vzorec	CaSO_4	CaO	SiO_2	Fe_2O_3	$\text{Ca}_2(\text{Mg}_{0,75}\text{Al}_{0,25})\text{Si}_{0,75}\text{Al}_{0,25}\text{O}_7$
%	27	11	8	3	8
Kr. fáze	Albit	Garnet	Grossular	neidentifikováno	
Vzorec	$(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Si,Al})_3\text{O}_8$	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	$\text{Ca}_3\text{Fe}_{0,662}\text{Al}_{1,338}\text{SiO}_4)_3$	$\text{Ca}_{15}(\text{SiO}_4)_6(\text{PO}_4)_2$	
%	11	2	1	19	

biomasy během kalcinace, kdy vznikají různé typy látek obalující CaO , které poté nejsou schopny reagovat s SO_2 (viz tab. IV). Výsledky jsou ve shodě s údaji publikovanými v literatuře^{1,2}.

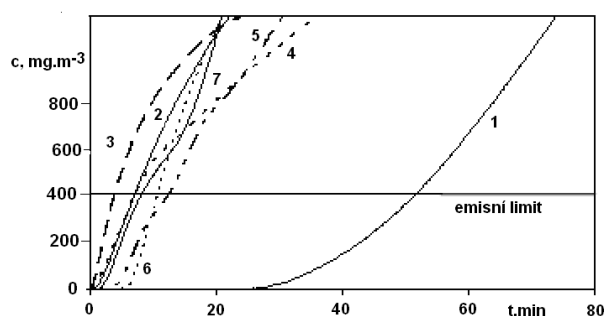
I při spalování lignitu a biomasy Hodonín nastává významné zhoršení odsiřovací schopnosti kalcinátu vápence (obr. 5). Pro ověření chování biomasy Hodonín byla tato porovnávána s dalšími dvěma druhy biomasy (obr. 6). Nejmenší negativní vliv měla biomasa z jehličí borovice, která jak vyplývá z tab. III, má vysoký obsah CaO v popelu.

Průrazové křivky shrnující poznatky z navyšování bylinných (S1) a dřevních peletků (S2) ke směsi uhlí CC a vápence CD jsou shrnuty v obr. 7. Z obr. 7 je zřejmé, že již přidavek 10 g rostlinné biomasy S1 (50 hm.% uhlí) ke směsi uhlí a vápence významně snižuje dobu potřebnou pro dosažení hodnoty emisního limitu, kterého zde bylo dosaženo již o 40 min dříve, než v případě čisté směsi uhlí s vápencem. Přidavek 20 g biomasy S1 způsobil ještě vyšší pokles odsiřovací kapacity. Navýšení přídavku biomasy S1 na 30 g se projevilo dílčím zvýšením odsiřovací schopnosti kalcinátu. Nejhorší výsledek při dosažení limitu SO_2 byl zaznamenán u biomasy (S2), kdy její hmotnost a uhlí CC byla identická. Emisního limitu bylo dosaženo

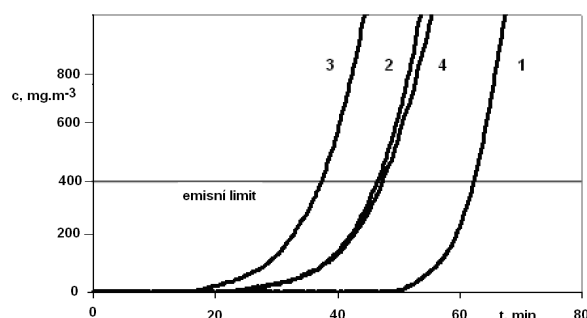
za 5 min, na rozdíl od směsi prosté biomasy, kdy emisního limitu bylo dosaženo po 51 min. I v těchto případech byly v exponovaných vzorcích identifikovány krystalické struk-



Obr. 6. Porovnání reaktivit vápence Štramberské po kalcinaci v přítomnosti uhlí Mostecké uhelné a stejného množství různých biomasy při $850\text{ }^\circ\text{C}$; navážka 20 g uhlí, 4 g vápence, 1 – uhlí + vápence, 2 – uhlí + vápence + 10 g biomasy jehličí, 3 – uhlí + vápence + 10 g biomasy slunečnice, 4 – uhlí + vápence + 10 g biomasy Hodonín, c – výstupní koncentrace SO_2 z reaktoru, t – čas



Obr. 7. Porovnání reaktivit vápence Černý důl po kalcinaci v přítomnosti uhlí Czech Coal a biomas S1 a S2 při 850 °C; navážka 20 g uhlí, 4 g vápence, 1 – uhlí + vápence, 2 – uhlí + vápence + 10 g biomas S2, 3 – uhlí + vápence + 20 g biomas S2, 4 – uhlí + vápence + 30 g biomas S2, 5 – uhlí + vápence + 10 g biomas S1, 6 – uhlí + vápence + 20 g biomas S1, 7 – uhlí + vápence + 30 g biomas S1, c – výstupní koncentrace SO_2 z reaktoru, t – čas



Obr. 8. Porovnání reaktivit vápence Čertovy schody po kalcinaci v přítomnosti uhlí Bílina různého množství lísky při 850 °C; navážka 26 g uhlí, 3 g vápence, 1 – uhlí + vápence, 2 – uhlí + vápence + 1,3 g lísky, 3 – uhlí + vápence + 2,6 g lísky, 4 – uhlí + vápence + 3,9 g lísky, c – výstupní koncentrace SO_2 z reaktoru, t – čas

Tabulka V

XRD analýza směsi uhlí CC, vápence CD a biomas S1 po kalcinaci a expozici SO_2 v reaktoru při 850 °C

Kr. fáze	Anhydrit	Oxid vápenatý	Křemen	alfa-Oxid železitý
Vzorec	CaSO_4	CaO	SiO_2	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$
Obsah, % hm.	25	15	2	3
Kr. fáze	Gehlenit	Křemičitan hlinitovápennatý	Fosforečnan hořečnatovápennatý	
Vzorec	$2\text{CaOAl}(\text{Al}_{1,22}\text{Si}_{0,78}\text{O}_{0,78})(\text{OH})_{0,22}$	$\text{CaO Al}_2\text{O}_3 2\text{SiO}_2$	$\text{Ca}_{2,71}\text{Mg}_{0,29}(\text{PO}_4)_2$	
Obsah, % hm.	12	5	17	

Tabulka VI

XRD analýza směsi uhlí CC, vápence CD a biomas S2 po kalcinaci a expozici SO_2 v reaktoru při 850 °C

Kr. fáze	Anhydrit	Oxid vápenatý	Křemen	alfa-Oxid železitý
Vzorec	CaSO_4	CaO	SiO_2	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$
Obsah, %	28	16	15	3
Kr. fáze	Gehlenit	Křemičitan hlinitovápennatý	Křemičitan vápenatý	
Vzorec	$2\text{CaOAl}(\text{Al}_{1,22}\text{Si}_{0,78}\text{O}_{0,78})(\text{OH})_{0,22}$	$\text{CaO Al}_2\text{O}_3 2\text{SiO}_2$	CaO SiO_2	
Obsah, %	19	7	12	

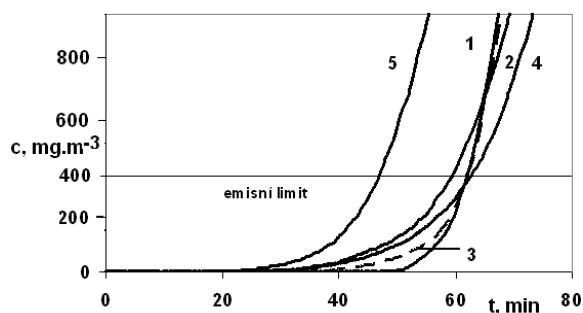
tury látek snižující reakční mohutnost CaO tím, že obalují částice volného CaO za vzniku sloučenin inaktivních vůči plynnému SO_2 (tab. V a VI).

Vliv přidavku biomas k hnědému uhlí z dolu Bílina a vápenci CS byl sledován prostřednictvím přidavku předem vysušených a rozemletých odkorněných dřevin lísky, borovice, smrku a břízy (obr. 8 a 9). Za nečekaný lze označit zjištěný velmi nežádoucí vliv dřeviny lísky, přestože má ze všech sledovaných biomas nejvyšší obsah CaO v popelu.

Závěr

Testování vápenců prostřednictvím adsorpční mohutnosti kalcinátů získaných za přítomnosti hnědých uhlí, lignitu a biomas prokázalo, že oxidy popelů fosilních paliv, balastních látek vápenců a popelů anorganických podílů biomas vytvářejí nežádoucí reakční produkty, které snižují adsorpční mohutnost CaO vznikajícího kalcinací vápenců vůči SO_2 .

Obecně prosazovaná náhrada uhlí biomasou v případě fluidních kotlů způsobí zvýšení spotřeby vápenců a tím



Obr. 9. Porovnání reaktivit vápence Čertovy schody po kalcinaci v přítomnosti uhlí Bílina různých dřevin při 850 °C; navážka 26 g uhlí, 3 g vápence, 1 – uhlí + vápenec, 2 – uhlí + vápenec + 3,9 g břízy, 3 – uhlí + vápenec + 3,9 g smrku, 4 – uhlí + vápenec + 3,9 borovice, 5 – uhlí + vápenec + 3,9 lísky, c – výstupní koncentrace SO_2 z reaktoru, t – čas

i množství vedlejších energetických produktů. Spoluspalování biomasy navýší náklady na odsíření spalin a na depozice vedlejších energetických produktů. Získaná data napovídají, že tato spotřeba se významně navýší při plnění nového emisního limitu 200 mg SO_2/m^3 spalin, který vejde v platnost dle nových pravidel EU 1. 1. 2016.

Seznam zkratek

CC	Čertovy schody
CD	Černý důl
S1	rostlinné peletky
S2	dřevní peletky
STR	Štramberk

LITERATURA

1. Buryan P.: Ochrana ovzduší 44, 13 (2012).
2. Buryan P., Vejvoda J., Krátký J., Veverka L.: Ceramisc – Silikáty 54, 85 (2010).
3. Buryan P., Vejvoda J., Krátký J., Veverka L.: Chem. Listy 102, 188 (2008).
4. Buryan P., Skoblia S., Kozlová S.: Paliva 4, 1 (2012).
5. Hartman M., Pata J.: Chem. Listy 96, 230 (2002).
6. Nařízení vlády ČR č. 146/2007 o ochraně ovzduší a navazující legislativní pravidla.

P. Buryan (*Department of Gas, Coke and Air Protection, Institute of Chemical Technology Prague*): **The Negative Effect of Biomass Co-combustion on Desulfurization of Combustion Products from Fluid Steam Generators**

Laboratory research involving three different limestones, four solid fossil fuels and nine types of biomass has shown that biomass significantly reduces the reactivity of calcined limestone in desulfurization of combustion products. This negative effect can be attributed to coating of CaO with various products of biomass and coal combustion.