



POLITECHNIKA ŚLĄSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII ŚRODOWISKA i ENERGETYKI
Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych

WPLYW ŁĄCZNEGO SPALANIA WĘGLA I BIOMASY NA PRACĘ KOTŁÓW PYŁOWYCH

(streszczenie pracy doktorskiej)

Praca doktorska
mgr inż. Szymon CIUKAJ

Promotor:
Prof. dr hab. inż. Marek PRONOBIS

Gliwice, grudzień 2011r.

SPIS TREŚCI

1.	WPROWADZENIE.....	4
2.	CEL I ZAKRES PRACY.....	6
3.	AKTUALNY STAN I PERSPEKTYWY WSPÓLSPALANIA BIOMASY W KRAJOWYCH KOTŁACH ENERGETYCZNYCH.....	7
4.	OKREŚLENIE CZASU SPALANIA CZĄSTEK BIOMASY W PORÓWNANIU DO SPALANIA CZĄSTEK PYŁU WĘGLA KAMIENNEGO.....	9
4.1.	Badania kinetyki spalania ziaren węgla i biomasy	9
4.1.1.	Kinetyka reakcji chemicznych procesu spalania	9
4.1.2.	Stanowisko do wyznaczenia szybkości spalania oraz metodyka badań	11
4.1.3.	Badania szybkości spalania ziaren biomasy i węgla	12
4.1.4.	Określenie szybkości spalania ziaren biomasy i węgla	34
5.	BADANIE ZALEŻNOŚCI MIĘDZY WŁAŚCIWOŚCIAMI WĘGLA I BIOMAS A CHARAKTERYSTYKAMI POWSTAJĄCYCH POPIOŁÓW	36
5.1.	Własności popiołów przy współspalaniu biomasy	38
5.2.	Badania składu chemicznego popiołu lotnego.....	39
5.3.	Badania miałkości popiołu lotnego.....	40
5.4.	Badania udziału zawartości części palnych w popiele lotnym.....	43
5.5.	Wpływ współspalania biomasy na wymianę ciepła w ciągu konwekcyjnym kotła	47
5.5.1.	Przykłady występowania osadów popiołowych	49
5.5.2.	Wpływ współspalania biomasy na zanieczyszczanie powierzchni konwekcyjnych	49
5.5.3.	Wpływ dodatku biomasy na wskaźniki zanieczyszczenia.....	50
5.5.4.	Metody ograniczania zanieczyszczenia powierzchni ogrzewalnych kotła	53
5.5.5.	Metody ograniczania procesów zanieczyszczenia powierzchni ogrzewalnych kotła (żebra samooczyszczające)	53
6.	WPŁYW WSPÓLMIELENIA WĘGLA I BIOMASY NA GRANULACJĘ PYŁU.....	62
6.1.1.	Uwagi ogólne	62
6.1.2.	Podstawy procesu suszenia i mielenia	66
6.1.3.	Ocena podatności przemiałowej węgla	67
6.1.4.	Sposób pobierania oraz ocena jakości przemiału węgla.....	68
6.1.5.	Sposób wykonywania badań.....	69
6.1.6.	Badania zmiany granulacji pyłu na podstawie otrzymanych popiołów	75
6.1.7.	Wpływ domieszki biomasy na pracę zespołu młynowego	79
6.1.8.	Sposób poprawy jakości przemiału w warunkach współmielenia biomasy	82
7.	WPŁYW WSPÓLSPALANIA NA KOROZJĘ NISKOEMISYJNĄ	85
7.1.	Ocena potencjału korozyjnego wybranych gatunków biopaliw	86
7.2.	Metodyka oceny wpływu współspalania biomasy na korozję wysokotemperaturową	88
7.3.	Badania zagrożenia korozją wysokotemperaturową w kotle OP-650	89

7.3.1.	Badania składu przyściennej warstwy spalin kotła K5 w warunkach współspalania biomasy	91
7.4.	Ocena tempa korozji na podstawie badania grubości rur ekranowych.....	100
8.	WPŁYW WSPÓLSPALANIA BIOMASY NA KOROZJĘ NISKOTEMPERATUROWĄ.....	104
8.1.	Wpływ wilgotności paliwa na punkt rosy spalin wylotowych	105
8.2.	Pomiary kwasowego punktu rosy spalin	106
8.2.1.	Badanie punktu rosy w PKE Elektrownia Łaziska.....	108
8.2.2.	Badanie punktu rosy w Elektrowni Połaniec.....	110
8.2.3.	Badanie punktu rosy w EC Wrocław.....	113
8.2.4.	Wnioski z uzyskanych wyników badań punktu rosy.....	114
9.	WPŁYW WSPÓLSPALANIA BIOMASY NA EMISJĘ NO _x , SO _x ORAZ CO W KOTŁACH STOSUJĄCYCH PIERWOTNE METODY REDUKCJI TLENKÓW AZOTU.....	115
9.1.	Tlenki azotu	116
9.2.	Tlenki węgla	118
9.3.	Wskaźniki unikniętej emisji przy współspalaniu biomasy	120
9.4.	Badania emisji NO _x w kotle OP650 przy współspalaniu biomasy	123
9.5.	Sposób poprawy emisji NO _x	128
10.	WNIOSKI I ZALECENIA	129
	LITERATURA	131

STRESZCZENIE

W pracy dokonano szczegółowej identyfikacji oraz przedstawiono propozycje rozwiązań następujących problemów eksploatacyjnych związanych z łącznym spalaniem węgla i biomasy w kotłach pyłowych:

- określenie czasu spalania cząstek biomasy w porównaniu do spalania cząstek pyłu węgla kamiennego oraz opracowanie zaleceń dla doboru granulacji węgla i biomasy,
- zbadanie zależności między właściwościami (granulacja, skład chemiczny) węgla i biomas a charakterystykami powstających popiołów,
- zbadanie wpływu współmielenia węgla i biomasy na granulację pyłu,
- wyznaczenie wpływu dodatku biomasy na jakość powstających popiołów z punktu widzenia ich utylizacji,
- zbadanie zagrożenia korozją wysokotemperaturową i niskotemperaturową,
- określenie wpływu współspalania biopaliw stałych na sprawność kotła w związku z zanieczyszczaniem powierzchni ogrzewalnych oraz zmianą składu spalin,
- określenie wpływu współspalania biomasy na emisję NO_x, SO_x oraz CO w kotłach stosujących pierwotne metody redukcji tlenków azotu.

Rozwiązanie powyższych problemów zmniejszy wymienione zagrożenia oraz poprawi pracę kotłów pyłowych współspalających biomasę, zarówno pod względem sprawności jak i dyspozycyjności.

Z naukowego punktu widzenia istotne i oryginalne jest rozeznanie różnic pomiędzy kinetyką spalania pyłów węgla i biomasy, poznanie mechanizmu skomplikowanych procesów łącznego mielenia substancji organicznych z węglem kamiennym w młynach pierścieniowo-kulowych oraz rozeznanie zjawisk korozyjnych. Po raz pierwszy zbadano także nowego rodzaju powierzchnie konwekcyjne odporne na osadzanie się niejednorodnych popiołów (z węgla i biomasy).

Rezultatem praktycznym badań prowadzonych w ramach niniejszej pracy doktorskiej jest stworzenie zaleceń dla poprawy eksploatacji kotłów pyłowych spalających biomasę z węglem, zarówno przy zastosowaniu współmielenia obu paliw jak i przy ich niezależnym wprowadzaniu do komory paleniskowej.