

dr hab. inż. Halina Pawlak-Kruczek, prof. PWr.  
Zakład Kotłów, Spalania i Procesów Energetycznych  
Politechniki Wrocławskiej

28.05.2016 2016

### Recenzja pracy doktorskiej

mgr inż. Michała Poloka pt.: " Pośrednie współspalanie biomasy i odpadów w kotłach energetycznych „

#### 1. Zawartość merytoryczna pracy

W pracy doktorant postawił sobie za cel określenie warunków i możliwości prowadzenia współspalania biomasy i odpadów w kotle spalającym paliwa konwencjonalne poprzez integrację z reaktorem zgazowania wraz oceną stopnia zagrożenia korozyjnego zimnego końca podgrzewacza powietrza.

Celem szczegółowym rozprawy było przebadanie i określenie sposobu i warunków poboru spalin z komory spalania kotła do reaktora zgazowania oraz parametrów spalin w szczególności temperatury i ilości w stosunku do ilości zgazowanej biomasy do kontroli udziału gazu generatorowego i jego składu w mieszaninie paliw doprowadzanych do komory paleniskowej kotła.

Praca ma charakter badawczy. Badania realizowano w skali przemysłowej na instalacji zgazowania przy zastosowaniu spalin pobieranych z komory paleniskowej kotła opalanego gazem koksowniczym i pyłem węglowym. Badania w skali przemysłowej są czasochłonne w szczególności w fazie ustalania parametrów o różnych wartościach, stanowią też bardzo cenny materiał weryfikujący koncepcję technologii opracowanej w laboratorium.

Praca zawiera 8 rozdziałów, rozprawa składa się z trzech zasadniczych części: przeglądu literatury, części doświadczalnej realizowanej na dwóch różnych instalacjach przemysłowych oraz krótkiego podsumowania.

Doktorant w pierwszym rozdziale pracy omówił istniejące rozwiązania techniczne pośredniego współspalania biomasy i opisał innowacyjną technologię powstałą na Politechnice Śląskiej o nazwie własnej OTERM polegającą na zgazowaniu biomasy przy pomocy recykulowanych spalin z kotła, z którym układ zgazowania jest ściśle zintegrowany.

Rozprawa w zasadzie stanowi dwie części tematycznie pośrednio tylko ze sobą związane. Pierwsza część to prace badawcze prowadzone w dwu etapach, w pierwszym etapie badania prowadzono pod kątem określenia granicznych strumieni paliwa i spalin oraz ich temperatur i obecności tlenu w gazie palnym. Kolejny 2-gi etap polegał na zastosowaniu wartości dobranych w 1-ym etapie w tym regulacji temperatury spalin w celu doboru i ustalenia optymalnych parametrów układu zgazowania biomasy peletów tj. uzyskanie stanu ustalonego układu i produkcję gazu procesowego o możliwie wysokiej kaloryczności.

Druga część pracy (rozdziały 5, 6 i 7) również była realizowana w skali przemysłowej na kotle OP-650k w celu oceny możliwości kontroli stopnia

zagrożenia korozją niskotemperaturową poprzez badania i analizy obliczeniowe temperatury rosienia i kwasowego punktu rosy spalin na wylocie z kotła za podgrzewaczem powietrza, także dla warunków współspalania. Testowano również system RAH+, złożony z sześciu termoelementów typu K o przekroju 1mm, rejestratora temperatury, akumulatorów zasilających rejestrator, służący do prewencyjnego zabezpieczenia przed skutkami korozji zimnego końca podgrzewacza powietrza.

Opracowana koncepcja integracji współspalania biomasy poprzez zgazowanie jej recyrkulowanymi spalinami stwarza sporo problemów operacyjnych w zakresie regulacji ilości spalin w odniesieniu do ilości zgazowywanej biomasy oraz w zakresie precyzyjnej i pełnej kontroli procesu zgazowania tj. temperatur na wlocie i wylocie. Zagadnienia te stanowiły przedmiot badań doktoranta. Przeprowadzone badania określiły sposoby kontroli procesu w celu prowadzenia w sposób ciągły procesu zgazowania. Badany układ zgazowania pozwala na uniknięcie typowych problemów występujących w procesie zgazowania związanych z tworzeniem i przesyłem smół powstających w procesie zgazowania.

Warto podkreślić z jednej strony aktualność wybranego tematu zgazowania biomasy oraz oryginalność zastosowanego rozwiązania, z drugiej strony rozprawa dotyczy bardzo szczególnego rozwiązania dotyczącego pośredniego współspalania i brakuje w pracy uzasadnienia celowości stosowania takiego rozwiązania oraz jego zalet w porównaniu z innymi technologiami.

W drugiej części pracy przeprowadzono testy ciągłego monitoringu temperatur blach wypełnień regeneracyjnego obrotowego podgrzewacza powietrza (ROPP) oraz okresowo badano temperaturę kwasowego punktu rosy. Zebrano dane pomiarowe, które potwierdziły możliwość kontroli zagrożenia korozją czyli uzyskanie bezpiecznej pracy podgrzewacza powietrza poprzez wdrożenie pełnej wersji systemu RAH+, polegającej na dołożeniu w układzie regulacji układu kontroli i utrzymywania temperatury zimnego końca ROPP powyżej kwasowego punktu rosy z założonym naddatkiem bezpieczeństwa.

Ponadto z analiz współspalania gazu generatorowego w badanym kotle z paliwem podstawowym (gaz koksowniczy i pył węgla kamiennego) uzyskano pozytywny wpływ na wartość punktu rosy dla gazu koksowniczego i przeciwny dla węgla w zależności od wielkości udziału cieplnego gazu OTERM, stąd badania nad tym tematem stanowiły uzupełnienie dla końcowej technologii zgazowania biomasy spalinami ściśle zintegrowanej z kotłem.

## 2. Uwagi merytoryczne

- Spaliny pobierano z dolnej części komory, w których występowały duże stężenia tlenu. Czy nie występowały w spalinach składniki gazu palnego lub /i popiołu /substancji mineralnej i czy mogły one mieć wpływ na proces zgazowania.

- Czy próbowano dokładniej określić skład gazu ze zgazowania biomasy przy pomocy spalin, w pracy pokazano niewielką zawartość siarki w biomacie czy miała ona wpływ na skład gazu.

- Czy dla badanego układu zgazowania można określić korelację pomiędzy parametrami spalin, ich składem, w szczególności zawartością pary wodnej, tlenu oraz ich strumieni oraz strumienia biomasy na ilość uzyskiwanego gazu lub jego skład.

- Czy doktorant robił analizę udziału poszczególnych składników spalin tj. CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O w reakcjach zgazowania biomasy tj. czy może określić strumień CO<sub>2</sub> na wlocie i wylocie ze zgazowarki, a więc jaki jest udział reakcji zgazowania, spalania i odgazowania w reaktorze bębnowym oraz czy, i jak, wpływa na proces wilgotność spalin.

- Czy prowadzono pomiar i bilans pary podawanej do strumienicy a stąd jej udział w spalinach w zależności od ilości i temperatury.

- Jak doktorant rozumie uwodornienie powstającego karbonizatu w wyniku obecności pary wodnej w spalinach ( str. 40 7wd)

- Brak w pracy opisu sposobu mieszania spalin i biomasy w reaktorze „bębnowym” co w znacznym stopniu wpływa na przebieg procesu zgazowania. Sposób i predkość doprowadzania spalin względem biomasy może mieć wpływ na udział reakcji spalania i zgazowania a więc końcowy skład gazu.

### Uwagi redakcyjne

Str. 16 tabela 3.3 - w jakich jednostkach masowych lub innych podano wartości dla msp/mpal.

Str 29 na rys. 3.8 i 3.9 wyniki pochodzą zapewne z tych samych testów jednak nie są komplementarne,

Strona 48 tabela 4.1. skład węgla brunatnego – nie bilansuje się do 100% wartość zawartości tlenu –za mała.

### 3. Podsumowanie

Głównym i jednocześnie oryginalnym wynikiem pracy jest przebadanie, dobór i dopracowanie kontroli parametrów demonstracyjnej w skali przemysłowej instalacji zgazowania biomasy w celu uzyskania warunków ustalonych warunków pracy i maksymalnej kaloryczności gazów.

Ponadto obliczeniowo i doświadczalnie określono wpływ współspalania zgazowanej biomasy z wybranymi paliwami na wartości punktu rośnięcia spalin.

W podsumowaniu uważam, że recenzowana praca odpowiada warunkom stawianym rozprawom doktorskim w rozumieniu ustawy o stopniu i tytule naukowym. Jest istotnym i godnym uwagi krokiem naprzód w badaniach nad wykorzystaniem spalin do zgazowania biomasy.

Omówione w rozprawie procedury badawcze oraz analiza wyników podparta obliczeniami wykazują duże umiejętności prowadzenia badań ich planowania oraz analizy wyników,

Reasumując uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Michała Poloka spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim i dlatego stawiam wniosek o dopuszczenie jej do publicznej obrony.



*MPK*