

## ZACHOWANIE SIĘ SUBSTANCJI MINERALNEJ PALIW STAŁYCH W CZASIE SPALANIA I WSPÓLSPALANIA

mgr inż. Bartosz Urbanek

Promotor: prof. dr hab. inż. Wiesław Rybak

### Streszczenie pracy

Rozwój energetyki, zarówno krajowej jak i zagranicznej związany jest z obniżaniem kosztów produkcji energii poprzez zwiększanie sprawności wytwarzania, ograniczenie zagrożeń dla środowiska oraz zwiększenie pewności i niezawodności ruchowej elektrowni. Czynnikiem wpływającym na konstrukcję oraz eksploatację wszystkich kotłów na paliwo stałe jest zawartość w paliwie substancji mineralnej - popiołu. W czasie procesu spalania substancja mineralna ulega złożonym procesom przeobrażeń fizykochemicznych. Może powodować powstanie szeregu zagrożeń dla prawidłowej eksploatacji urządzeń kotłowych, takich jak m.in. tworzenie się osadów żużla i popiołu na powierzchniach ogrzewalnych, zwiększone erozyjne zużywanie, zwiększoną korozję, problemy związane ze składowaniem i zagospodarowaniem stałych odpadów i inne. Wszystkie te czynniki powodują obniżenie sprawności wytwarzania, obniżenie dyspozycyjności urządzeń, wzrost zagrożeń dla środowiska naturalnego oraz zwiększenie kosztów wytwarzania. Dlatego kluczowe znaczenie ma poznanie mechanizmu procesów fizykochemicznych związanych z transformacją substancji mineralnej w czasie spalania różnych rodzajów węgla i innych paliw stałych. Na tej podstawie poszukiwane są różne metody badań w skali laboratoryjnej i technicznej oraz obliczeń numerycznych pozwalające przewidywać skalę zagrożeń powodowanych przez substancję mineralną, jakie mogą wystąpić w czasie spalania nowego, nieznanego paliwa. Badania mają również na celu opracowanie różnych środków zaradczych, które mogą ograniczyć takie zagrożenia.

Celem głównym pracy jest poznanie mechanizmu transformacji substancji mineralnej wybranych rodzajów paliw stałych w czasie początkowej fazy procesu, związanej ze spiekaniem oraz poznanie mechanizmu wpływu rodzaju paliwa i parametrów spalania na procesy tworzenia się narostów żużla i popiołu na powierzchniach ogrzewalnych kotła. Cele szczegółowe dotyczą ponadto wpływu oddziaływania na proces transformacji substancji mineralnej takich czynników jak: rodzaj spalnego węgla, współspalanie węgla z biomasą, zmiana atmosfery spalania, aplikowanie dodatków mineralnych mających na celu redukcję zjawisk żużlowania i popielenia.

W tezie pracy postuluje się, że na podstawie złożonych badań w skali laboratoryjnej możliwe jest poznanie i prognozowanie zachowania się substancji mineralnej w czasie spiekania się popiołu oraz poznanie mechanizmu tworzenia się osadów żużla i popiołu podczas spalania lub współspalania paliw stałych.

Do badań jako paliwa podstawowe wybrano węgle energetyczne (kamienne i brunatne) wykorzystywane w polskich elektrowniach zawodowych. Ponadto badano również paliwa alternatywne w postaci biomas różnego pochodzenia. Materiał badawczy dobrano w taki sposób, żeby zróżnicowanie w składzie i parametrach energetycznych było znaczne. Badania prowadzono z wykorzystaniem zaawansowanego zaplecza laboratoryjnego, obejmującego z aparaturę pomiarową m.in.: analizator elementarny LECO TruSpec CHNS, spektrometr emisyjny Thermo iCAP 6500 Duo ICP, kalorymetr IKA C2000, dyfraktometr rentgenowski Dron-2 oraz stanowiska badawcze do określania charakterystycznych

temperatur spiekania metodą Leitza, testów niestandardowych określania temperatury spiekania oraz 3,5m reaktora opadowego z sondami pobierczymi.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zarówno paliwa stałe jak i ich popioły posiadają zróżnicowany skład pierwiastkowy oraz właściwości fizykochemiczne co wpływa bezpośrednio na zachowanie się substancji mineralnej. Badania początkowych zmian w popiele podczas nagrzewania określono za pomocą temperatur spiekania metodami: standardową Leitza oraz niestandardowymi – wytrzymałościową, gęstości oraz ciśnieniową. Z porównania wynikało duże zróżnicowanie tych wartości, gdzie niestandardowe metody każdorazowo wskazywały na niższą temperaturę spiekania. Mierzone za pomocą parametrów fizycznych zmiany w próbce pozwoliły dokładniej określić początkowe temperatury transformacji jednocześnie wskazując, że pierwsze zmiany w popiele mają miejsce na poziomie struktury krystalicznej i nie są związane z kształtem zewnętrznym próbki. W pracy analizowano tworzenie się mieszanin eutektycznych paliw węglowych wskazując na wyraźne etapy spiekania się poszczególnych związków mineralnych. Rozpoznany został również wpływ biomasy na procesy transformacji substancji mineralnej zarówno dla czystej biomasy jak i mieszanin z węglem w różnych udziałach masowych. Popiół biomasy został rozpoznany jako posiadający niższe temperatury spiekania, a co za tym idzie, znacznie większe skłonności do żużlowania i popielenia na powierzchniach ogrzewalnych, w szczególności przy znacznych zawartościach  $K_2O + P_2O_5$ . Dla mieszanin węgla z biomasą nie można na podstawie udziałów wagowych określić zachowania się popiołów. Za pomocą badań dyfraktometrycznych nie stwierdzono znacznego wpływu atmosfery na procesy transformacji substancji mineralnej w obrębie składu i ilości fazy krystalicznej, jednakże wskazano na możliwy wpływ na ilość powstających związków. W pracy zawarte zostały badania wpływu łatwo dostępnych dodatków mineralnych procesy tworzenia się warstw popiołów na powierzchniach ogrzewalnych oraz samego procesu spiekania. Zaobserwowano istotny wpływ niektórych minerałów na podwyższenie odporności popiołów na spiekanie (zwiększenie temperatur spiekania) a także na osłabienie struktury samego spieku. W pracy zostały określone związki pomiędzy temperaturami spiekania a ubytkiem masy popiołu i stężeniem składników Na, K, Ca oraz Mg.

23/10/2017

B. J. 012 Uuber