



Politechnika  
Śląska



UCZELNIA  
BADAWCZA  
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

---

## Analiza wpływu jednorodności fizyko-chemicznej mieszanek paliwowych spalanych w instalacji CFB1300 na jej awaryjność

ROZPRAWA DOKTORSKA

Mgr inż. Agata Wirth – Ljungquist

Rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem naukowym:  
prof. dr hab. inż. Janusza Kotowicza

Promotor Pomocniczy: dr inż. Aleksander Iwaniak

Dyscyplina: Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka

Gliwice, 2023

## **STRESZCZENIE**

W pracy dokonano analizy wpływu jakości paliwa na ubytki w produkcji energii elektrycznej oraz awaryjność urządzeń transportu węgla i odbioru żużla bloku energetycznego z nadkrytycznym kotłem fluidalnym CFB 1300. Badania głównie obejmowały lata 2017÷2020 oraz częściowo rok 2021. W systemie monitorowania pracy bloku nr 10 sygnalizowane i odnotowywane problemy związane były z niską podatnością transportową paliwa. Dostarczany węgiel sprawiał problemy przy rozładunku, oklejał wagony, sprawiał, że wydłużał się czas postoju wagonów, występowała konieczność ich doczyszczania i ponownej kontroli na wagach. Podczas transportu podajnikami węgla oklejał elementy podawcze utrudniając pracę taśmociągów, podajników zgrzeblowych i śrubowych, oklejał węzły przesypowe przez co dostarczanie paliwa do zasobników przykotłowych węgla było długotrwałe, a ilość transportowanego materiału zmienna w czasie.

Zdiagnozowano również erozję elementów podawczych, generującą przestoje podajników węgla, podajników odbioru żużla i konieczność okresowego ich wyłączenia z eksploatacji na czas naprawy. Te zdarzenia powodowały spadek dyspozycyjności urządzeń i związanych z tym ograniczeń w produkcji energii elektrycznej.

Przyjęta metodyka prowadzenia badań oparła się na otrzymanych danych procesowych i pozwoliła opisać dwie przyczyny problemów eksploatacyjnych związanych z parametrami dostarczanego paliwa. Pierwszą z nich były ubytki w produkcji energii elektrycznej spowodowane nadmiernym rozdrobnieniem paliwa, drugą przyczyną były ubytki wynikające z usterek układów transportu węgla i odbioru żużla. Ubytki te liczone były od potencjalnej mocy maksymalnej bloku, która była możliwa do osiągnięcia, gdyby tych ubytków nie było. Wartość ta stanowiła produkcję mniejszą niż oczekiwano, pomimo istniejącego zapotrzebowania w sieci elektroenergetycznej.

W związku z powyższym, kolejnym krokiem w przyjętej metodyce była analiza wszystkich kierunków dostaw węgla do elektrowni pod kątem parametrów handlowych i fizyko-chemicznych, w tym granulacji dostarczanego paliwa oraz jakości popiołu powstającego w procesie spalania. Skupiła się ona wokół największych dostawców, którzy stanowią łącznie prawie 63% wszystkich dostaw

jakie zostały dostarczone do elektrowni. Dane te porównano z parametrami projektowymi badanej jednostki wytwórczej i zestawiono je z rejestrem ubytków mocy bloku i zdarzeń awaryjnych.

Analizy te wykazały niską podatność transportową węgla, spowodowaną większym od określonego w projekcie udziałem frakcji najdrobniejszej. Jak pokazują wyniki, wszystkie węgle od głównych dostawców mają przekroczoną ilość tej frakcji (od 44,6% do 117,7%). Ponadto parametry fizyko-chemiczne, w tym, skład tlenków zawartych w popiele i paliwie mają wpływ na awaryjność instalacji i przyczyniają się do obserwowanych problemów eksploatacyjnych. W szczególności zawartość tlenków o wysokiej twardości w 10 – cio stopniowej skali Mohsa tj. tlenków glinu, żelaza i krzemu sprawia, że erozyjny wpływ węgla oraz popiołu ma istotny wpływ na zużywanie się elementów konstrukcyjnych układu transportu węgla i żużla.

Ponadto dostarczany węgiel ma niską lub średnią skłonność do żużlowania natomiast skłonność do zanieczyszczania ścian komory paleniskowej nie wpływa na eksploatację z uwagi na typ kotła (CFB).

Zgodnie z przyjętą metodyką, zarekomendowano sporządzanie mieszanek paliwowych z kopalń, dla których węgiel wykazuje takie cechy jak brak lub małe skłonności do żużlowania, najmniejszy udział frakcji najdrobniejszej (zaw. od 44,6% do 59,9%) co wpływa na poprawę podatności transportowej oraz brak przekroczonej zawartości najtwardszego z tlenków czyli tlenku glinu (twardość 9 w skali Mohsa). Pozostałe węgle powinny być dodatkiem w mieszankach rekomendowanych. Dodatkowo, aby ograniczyć frakcję najdrobniejszą rekomenduje się zabudowę granulatora w instalacji transportu paliwa za odsiewaczami węgla oraz modernizację instalacji transportu paliwa i żużla w celu poprawy ich dyspozycyjności.

Propozycje te dotyczą:

- podajnika przyściennego węgla - zlikwidowanie elementu łączenia obudowy (bypass) i wykonanie obudowy jako jednolitej całości bez bypassu powietrza wtórnego. Modernizacja skróci czas naprawy podajnika i zmniejszy ilość napraw nieszczelności erozyjnych tej części instalacji.

- kompensatora pionowego powietrza wtórnego - przeprojektowanie układu rurociągów z zabudową kompensatora w pozycji poziomej aby wyeliminować odkładanie się pyłu w przestrzeni kompensacji wydłużeń. Rozwiązanie to zmniejszy ryzyko awarii układu.
- obudowy podajnika przyściennego węgla - wykonanie wskazanego rejonu obudowy z materiału bardziej odpornego na ścieranie. Dodatkowo sugerowane jest rozwiązanie wlotu rurociągu powietrza skierowanego w kierunku przepływu (a nie pod kątem prostym). Dzięki takiemu rozwiązaniu ograniczone zostaną usterki związane z erozyjną nieszczelnością obudowy.
- rury zsykowej węgla - zaprojektowanie i zabudowa 3 sztuk króćców pary gaśniczej na wysokości rury z zaworami odcinającymi przy każdym króćcu. Usprawni to likwidację nawisów węgla i tym samym poprawi płynność nadawy.
- dozowników węgla - zaprojektowanie i zabudowa dodatkowych króćców pary gaśniczej na obudowach. Rozwiązanie to zwiększy bezpieczeństwo pracy instalacji.
- zasuw szpilkowych pod silosami węgla - zastosowanie zasuw nożowej hydraulicznej. Dzięki temu rozwiązaniu skróci się czas odcięcia zasobnika węgla od podajnika oraz poprawi bezpieczeństwo pracy.
- chłodnicy popiołu dennego - wykonanie wału wraz z zastosowaniem warstwy ochronnej (np. napawanie) we wskazanym rejonie lub zastosowanie powłok ochronnych aplikowanych metodą natryskiwania cieplnego.