

Streszczenie rozprawy doktorskiej w języku polskim

W niniejszej rozprawie doktorskiej przedstawiono badania modelowe oraz badania na obiekcie przemysłowym mające na celu ustalenie wpływu zmiany obiegu materiału cyrkulującego zasilającego komorę wymiennika Intrex, a także predykcję możliwości wprowadzenia tych zmian na obiekcie przemysłowym.

Badania zostały zainicjowane potrzebą opracowania poprawy warunków pracy wymienników Intrex poprzez zmianę obiegu materiału cyrkulującego i zmniejszenie prędkości fluidyzacji komór Intrex, co w późniejszym etapie pozwoli na zamknięcie połączenia między komorą Intrex a komorą spalania i wprowadzanie do miksu paliwowego biomas i paliw alternatywnych.

Przeprowadzono badania modelowe na modelu kotła CFB-1300 Łagisza w skali 1:10. Hydrodynamika warstwy fluidalnej została odwzorowana zgodnie z regułami skalowania co pozwoliło na przeniesienie w późniejszym etapie otrzymanych wyników do skali przemysłowej. Badania przeprowadzono dla zakresu mocy 40 %-100 % MCR (ang. Maximum Continuous Rating – maksymalna moc ciągła) uwzględniając dwie konfiguracje zasilania komory Intrex materiałem cyrkulującym. Pierwsza konfiguracja przedstawiała aktualny stan pracy, gdzie komora Intrex zasilana jest dwoma strumieniami materiału cyrkulującego pochodzącego zarówno z cyrkulacji wewnętrznej (materiał złoża pochodzący bezpośrednio z komory spalania) jak i zewnętrznej (materiał odseparowany w separatorach cyklonowych i zawrócony do obiegu kotła). Druga konfiguracja uwzględniała zasilanie komory Intrex tylko materiałem cyrkulującym pochodzącym z cyrkulacji zewnętrznej. Rejestrowane dane pomiarowe pozwoliły na wyznaczenie dla każdego z przedziałów obciążenia kotła i badanej konfiguracji, zmiany mocy wymiennika oraz współczynnika wymiany ciepła. Analiza wyników potwierdziła wpływ cyrkulacji wewnętrznej na proces wymiany ciepła w następującym zakresie:

1. Dla obciążenia 40 % MCR spadek mocy cieplnej wymiennika wyniósł ~6 %, a współczynnika wymiany ciepła ~5 %,
2. Dla obciążenia 60 % MCR spadek mocy cieplnej wymiennika wyniósł ~4,5 %, a współczynnika wymiany ciepła ~3,5 %,
3. Dla obciążenia 80 % MCR spadek mocy cieplnej wyniósł poniżej 1 %, a współczynnika wymiany ciepła ~3,6 %.
4. Dla konfiguracji 100 % MCR zaobserwowano wzrost mocy cieplnej wymiennika i współczynnika wymiany ciepła. Moc wymiennika zwiększyła się <1 %, a współczynnik wymiany ciepła <0,5 % dla konfiguracji z zamkniętą cyrkulacją wewnętrzną. Zmiana tej wartości wynika z nieznacznie większej gęstości w górnej części komory paleniskowej modelu kotła w trakcie testu, co za tym idzie większemu strumieniowi materiału cyrkulującego.

Przeprowadzone badania na obiekcie przemysłowym kotle CFB-1300 elektrowni Łagisza (Tauron S.A.), polegały na zmianie prędkości fluidyzacji komory Intrex z dotychczasowych 0,56 m/s do wartości 0,3 m/s. Badania przeprowadzono dla 4 wymienników Intrex pracujących na ścieżce pary świeżej. Zebrane dane pomiarowe dały obraz wpływu zmniejszenia prędkości fluidyzacji komory Intrex. Średnia moc wszystkich wymienników

zwiększyła się o 8 %, a średnia wartość współczynnika wymiany ciepła wzrosła o 13 %. Kierunek tej zmiany potwierdzają dane literaturowe – wraz ze zmniejszeniem prędkości fluidyzacji zwiększa się udział współczynnika wymiany ciepła konwekcji cząstek materiału złoża w stosunku do współczynnika wymiany ciepła konwekcji gazowej powodując wzrost całkowitego współczynnika wymiany ciepła.

Zmiana prędkości fluidyzacji skutkuje oszczędnością powietrza wysokoprężnego, które może zostać zagospodarowane na potrzeby transportu pneumatycznego kamienia wapiennego i popiołu lotnego. Spowoduje to możliwość wyłączenia dmuchaw dotychczas wykorzystywanych do zapewnienia powietrza transportowego co generuje oszczędności z tytułu zużycia energii elektrycznej oraz kosztów serwisu, części i materiałów eksploatacyjnych. Dodatkowo zmiana prędkości fluidyzacji zmniejsza ryzyko wystąpienia awarii poprzez zmniejszenie współczynnika erozji.

Zestawienie otrzymanych wyników z badań laboratoryjnych i przemysłowych pozwoliło na opracowanie predykcji wpływu zmiany obiegu materiału cyrkulującego na pracę wymiennika Intrex i płynące z tego korzyści przedstawione poniżej:

1. Zamknięcie połączenia między komorą spalania i komorą wymiennika Intrex jest możliwe. Spadek poziomu wymiany ciepła spowodowany zamknięciem cyrkulacji wewnętrznej kompensowany jest przez wzrost mocy i współczynnika wymiany ciepła wynikający z optymalizacji prędkości fluidyzacji komór Intrex. Dodatkowo na ścieżce pary świeżej istnieje bufor temperaturowy w postaci wtrysków wody chłodzącej do regulacji temperatury pary, który dla obciążenia 40 % w aktualnej konfiguracji obniża łącznie temperaturę pary przed ostatnim stopniem przegrzewu pary jakim są wymienniki Intrex (SH IV) o 60 °C, natomiast dla obciążenia 100 % obniża temperaturę pary o 25 °C łącznie przed przegrzewaczem SH IV.
2. Zmiana prędkości fluidyzacji komór wymienników Intrex powoduje oszczędności na powietrzu wysokoprężnym pozwalające na wykorzystanie go na cele transportu pneumatycznego i generację oszczędności wynikających z tytułu wyłączenia z eksploatacji dotychczas używanych do tego celu.
3. Zmiana prędkości fluidyzacji niesie ze sobą zmniejszenie ryzyka wystąpienia awarii z powodu redukcji współczynnika erozji.
4. Zamknięcie połączenia między komorą spalania a komorą wymiennika Intrex otwiera możliwość do wprowadzenia biomas i paliw alternatywnych (również tych zaliczanych do paliw odnawialnych) do miksu paliwowego. Udział paliw w mieszance należy ustalić indywidualnie w zależności od wyboru konkretnego paliwa co leży w gestii właściciela kotła CFB-1300 Łagisza.

Podpisał Paweł Borecki