

Wrocław, 3.04.2019 r.

mgr inż. Barbara Janowska

**„BADANIA CIEPLNO-PRZEPLYWOWE CHŁODNICY POPIOŁU DENNEGO
KOTŁA FLUIDALNEGO”**

Promotor: dr hab. inż. Artur Andruszkiewicz, prof. PWr

Promotor pomocniczy: dr Paweł Regucki

Streszczenie

Na świecie nieustannie trwają badania, które mają na celu poprawę sprawności bloków energetycznych. Również w Polsce przeprowadza się prace nad ograniczeniem strat ciepła w elektrociepłowniach i elektrowniach zawodowych. Temat niniejszej rozprawy doktorskiej wpisuje się w ten obszar działań, prezentując badania związane z możliwością wykorzystania ciepła odpadowego ze śrubowych chłodnic popiołu dennego kotła fluidalnego. Inspiracją do przeprowadzonych badań była możliwość współpracy z Elektrownią Turów i realizacja pomiarów na obiekcie rzeczywistym. W Elektrowni Turów występują dwa typy chłodnic popiołu: chłodnica podwójna, składająca się z dwóch symetrycznych śrub otoczonych płaszczem oraz chłodnica pojedyncza, zbudowana z pojedynczej śruby i płaszcza.

Celem pracy było przeprowadzenie pomiarów cieplno-przepływowych chłodnic śrubowych obu typów oraz zbadanie, czy i dla jakich parametrów pracy chłodnic, istnieje możliwość odzyskania ciepła odpadowego odbieranego od popiołu dennego przez wodę chłodzącą przepływającą w chłodnicach. Ponadto celem pracy było opracowanie modelu matematycznego, który umożliwi sterowanie pracą pojedynczej chłodnicy śrubowej, co pozwoliłoby na maksymalne wykorzystanie jej możliwości, jako wymiennika ciepła i przyczyniłoby się do zwiększenia sprawności bloku.

Aby zrealizować cele pracy, wykonano serię pomiarów parametrów cieplno-przepływowych chłodnic popiołu obu typów zainstalowanych w Elektrowni Turów na blokach nr 1 i 4 (tj. temperatur na wejściu i wyjściu wody chłodzącej i żużla oraz strumieni objętości wody). Na podstawie uzyskanych danych, obliczono strumienie ciepła odebrane przez wodę chłodzącą.

Analiza uzyskanych na obiekcie rzeczywistym wartości temperatur wody chłodzącej na wyjściu z chłodnic pokazała, że istnieje możliwość odzyskania ciepła odpadowego dla procentowych prędkości obrotowych śrub chłodnic wynoszących 60 % i (80-90) %. W

zależności od zainstalowanego typu chłodnicy, na bloku nr 1 całkowity, możliwy do dalszego wykorzystania, strumień ciepła wynosił maksymalnie około 1,3 MW, a w przypadku pojedynczych chłodnic na bloku nr 4 – około 400 kW. Odzyskane ciepło można wykorzystać na potrzeby własne elektrowni, np. do celów sanitarnych.

Kolejnym etapem pracy było opracowanie modelu matematycznego. Do obliczeń niezbędna była znajomość współczynnika przewodzenia ciepła dla popiołu dennego, którego wartość nie była jednak jednoznacznie określona w literaturze. W celu wyznaczenia współczynnika λ badanego popiołu zbudowano stanowisko laboratoryjne. Wartość współczynnika przewodzenia ciepła dla popiołu dennego rośnie wraz z temperaturą od wartości 0,56 W/(m·K) dla zakresu temperatur (100-200) °C do 1,16 W/(m·K) dla przedziału temperatury (600-700) °C.

Wykorzystując wyniki badań eksperymentalnych, opracowano model matematyczny pojedynczej chłodnicy śrubowej. Model bazuje na równaniach Fouriera, dlatego wyznaczono potrzebne do obliczeń współczynniki wnikania ciepła dla wody chłodzącej, żużla i stali, z której wykonane są ściany chłodnicy. Niezbędne było również określenie stopnia wypełnienia przekroju śruby popiołem, w celu wyznaczenia wartości strumienia masy żużla. Opracowany model umożliwia wyznaczenie zmian wartości temperatur wody chłodzącej oraz popiołu wzdłuż długości chłodnicy śrubowej. Ponadto pozwala on na wyznaczenie końcowych temperatur wody chłodzącej i popiołu dla zadanych parametrów początkowych (wartości temperatur i strumieni objętości wody chłodzącej, temperatury początkowej popiołu, i procentowej prędkości obrotowej śruby).

Walidacja modelu matematycznego została przeprowadzona w oparciu o dane pomiarowe uzyskane na obiekcie rzeczywistym. Błąd względny pomiędzy uzyskanymi wynikami obliczeń numerycznych i pomiarów dla poszczególnych procentowych prędkości obrotowych śruby chłodnicy wynosi poniżej 9 %, co wskazuje na bardzo dobre zestrojenie modelu z badaną chłodnicą. Model matematyczny pojedynczej chłodnicy popiołu wykonany w oparciu o równanie Fouriera może zatem posłużyć do zarządzania zespołem chłodnic pod kątem ich maksymalnego wykorzystania jako wymienników ciepła oraz do analizy pracy różnych chłodnic pojedynczych, po uwzględnieniu i zmianie wymiarów geometrycznych chłodnic pracujących w danym zakładzie.

B. Jęwardo