

Warszawa, dn. 21 grudnia 2021 r.

mgr inż. Piotr Józwiak  
Zakład Maszyn i Urządzeń Energetycznych  
Instytut Techniki Ciepłej PW (Wydział MEiL)

Streszczenie rozprawy doktorskiej nt.:

**„Assessment of using low-calorific synthesis gas as a source of heat  
in an industrial bogie hearth furnace”**

Zmniejszenie antropopresji na klimat Ziemi na zakładanym przez Porozumienie Paryskie poziomie wymusza wykluczenie stosowania kopalnych węglowodorów między innymi w przemyśle wytwórczym. Częściowe zastąpienie paliw kopalnych w tak energochłonnym przemyśle jak przemysł metalurgiczny przełoży się na znaczną redukcję emisji dwutlenku węgla tego sektora gospodarki. Z drugiej strony, procesy technologiczne wymagają utrzymania odpowiednich warunków termicznych w określonym czasie, np. osiągnięcia wymaganej temperatury średniej przy jednoczesnym uniknięciu miejscowego przegrzania obrabianego materiału.

Istotna część procesów obróbki cieplnej opiera się na spalaniu gazu ziemnego, którego zastąpienie paliwem o innych właściwościach fizyko-chemicznych, zwłaszcza wartości opałowej i składzie (oraz wynikającej z nich gęstości, liczbie Wobbego oraz kinetyce spalania) może spowodować zmianę parametrów płomienia i ilości spalin, a w konsekwencji – warunków wymiany ciepła.

Celem pracy jest określenie czy możliwe jest zastąpienie w 40% gazu ziemnego spalanego w wybranym piecu przemysłowym niskokalorycznym syntetycznym paliwem alternatywnym przy zachowaniu wymaganych parametrów cieplnych procesu. Rozpatrywanym zamiennikiem gazu ziemnego są alternatywne paliwa gazowe ze szczególnym uwzględnieniem syngazów pochodzących z procesu zgazowania biomasy, ze względu na ich zerową emisyjność gazów cieplarnianych w świetle przepisów Unii Europejskiej.

Stworzono model numeryczny z zakresu obliczeniowej mechaniki płynów wybranego komorowego wózkowego pieca grzewczego, obejmujący niestacjonarny turbulentny ruch gazu, spalanie oraz wymianę ciepła. Zbadano wpływ częściowej zmiany paliwa na przebieg procesu nagrzewania oraz na temperaturę wsadu. Przeanalizowano warianty zasilania pieca o różnym stopniu substytucji gazu ziemnego paliwem alternatywnym, a także odmienne sposoby dostarczania syngazu, wpływ nadmiaru powietrza oraz mocy palników na pracę instalacji. Dokonano udanej walidacji modelu matematycznego pieca na podstawie danych pomiarowych z istniejącej instalacji. Omówiono także wyniki testów eksperymentalnych palnika zdolnego do współspalania gazu ziemnego i syngazu, który produkowano na miejscu z biomasy. Oceniono również możliwość dostarczania gorącego gazu syntezowego do dedykowanego palnika bez kondensacji smoły.

W celu znalezienia skutecznego sposobu na zmniejszenie zużycia gazu ziemnego w piecu wózkowym, rozważono wiele scenariuszy zasilania. W pierwszym etapie przeprowadzono analizę możliwości wprowadzenia różnych paliw alternatywnych w celu wskazania najbardziej obiecującego sposobu podawania do paleniska nowych, niskokalorycznych paliw. Wcześniej wybrano najbardziej odpowiedni rodzaj paliwa alternatywnego do tego zadania. Następnie zbadano numerycznie efekty cieplne zastąpienia różnych udziałów gazu ziemnego gazem syntezowym. Ponadto zbadano wpływ dostarczania różnych ilości powietrza do spalania i modyfikacji mocy cieplnej zainstalowanych palników z naciskiem na kryteria substytucji gazu ziemnego.

W rezultacie zweryfikowana została hipoteza badawcza, że możliwe jest zastąpienie w 40% gazu ziemnego gazem syntezowym ze zgazowania biomasy jako źródła ciepła w procesie obróbki cieplnej, przy jednoczesnym utrzymaniu parametrów termicznych procesu i niższej emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Określono też zabiegi techniczne, dzięki którym współpalanie może zostać przeprowadzone dla różnych warunków pracy pieca przemysłowego.

**Słowa kluczowe: modelowanie CFD; proces obróbki cieplnej; piece przemysłowe; substytucja gazu ziemnego; współpalanie gazu syntezowego**



Podpis Doktoranta