

Streszczenie

Rozprawa doktorska jest poświęcona analizie warunków pracy i optymalizacji węzła kontaktowego konwersji SO_2/SO_3 współpracującego z kotłem odzysknicowym. Jej celem praktycznym było opracowanie algorytmu obliczeniowego, umożliwiającego symulowanie parametrów pracy analizowanego obiektu.

Zarówno węzeł kontaktowy, jak i kocioł odzysknicowy wchodzi w skład ciągu technologicznego Fabryki Kwasu Siarkowego (FKS), której nadrzędnym zadaniem jest produkcja kwasu siarkowego z tlenków siarki będących składnikami gazów odpadowych i spalin powstałych w wyniku m.in. prowadzenia procesu produkcyjnego Huty Miedzi „Legnica” oraz Elektrociepłowni „Legnica”. Analiza warunków pracy i optymalizacja urządzenia są zagadnieniami złożonym, ze względu na charakter pracy FKS, tj. pracę w zmiennych warunkach typu metalurgicznego, w zakresie m.in. składu, natężenia przepływu i temperatury gazu konwertorowego. Wahania wymienionych powyżej parametrów prowadzą do powstawania nadwyżki ciepła procesowego i w przypadku niemożności jego wyprowadzenia poza układ, wymuszają niekorzystne z punktu widzenia kinetyki utleniania SO_2 przedziały temperaturowe pracy poszczególnych pól aparatu kontaktowego.

Prowadzone badania obejmowały prace studialno-analityczne, analizy laboratoryjne, prace modelowe oraz badania obiektowe. W ramach pracy przeanalizowano pięć potencjalnych wariantów optymalizacji analizowanych urządzeń. Wariant pierwszy obejmował opracowanie nowych katalizatorów i zastosowanie ich w miejsce dotychczasowych. W tym celu, za pomocą zaawansowanych technik laboratoryjnych takich jak spektroskopia WD-XRF, spektroskopia ATR-FTIR czy dyfrakcja rentgenowska XRPD, dogłębnie przeanalizowano właściwości dotychczas stosowanych katalizatorów. Uzyskana wiedza posłużyła opracowaniu nowych materiałów (zwanymi w pracy A1 i B1), uzyskanych w wyniku domieszkowania katalizatorów komercyjnych resem, których skuteczność przebadano następnie na stanowisku reaktora laboratoryjnego. Jak wykazały eksperymenty, nowo opracowane katalizatory charakteryzowały się m.in. niższymi o około 20–30°C temperaturami wymaganymi do zainicjowania ich pracy i lepszą skutecznością konwersji niż dotychczas stosowane materiały komercyjne. W warunkach laboratoryjnych, skuteczność A1 w porównaniu do jego komercyjnie dostępnego zamiennika (A0) była wyższa o maksymalnie 6,4%, a w przypadku B1 (w odniesieniu do komercyjnego B0) o maksymalnie 2,7%. Wyniki uzyskane w skali laboratoryjnej zostały przeliczone dla skali przemysłowego aparatu kontaktowego. Jak wykazały analizy, zastosowanie katalizatorów wzbogaconych w resem poskutkowało przyrostem ilości produkowanej pary maksymalnie o 0,82% oraz przyrostem ilości produkowanego kwasu siarkowego maksymalnie o 1,55%.

Warianty optymalizacyjne 2-4 uwzględniały możliwość pracy aparatu kontaktowego z katalizatorami domieszkowanymi renowem i temperaturami niższymi o odpowiednio 5, 10 i 15°C. Przeprowadzone analizy wykazały, że w stosunku do bazowych katalizatorów, możliwa byłaby poprawa ilości produkowanego kwasu siarkowego o nawet 2,51%, co jednak wiązałoby się z obniżeniem strumienia produkowanej pary wodnej o ponad 25%. Wariant piąty zakładał możliwość poprawy ilości kwasu siarkowego produkowanego w instalacji, na drodze odpowiedniego doboru wsadów do pieców odlewniczych. Wyniki wykazały, że jeśli by zastosować wsad bogaty w siarkę, który prowadziłby do zwiększenia stężenia SO₂ przed aparatem o 0,1%, to dla średniej wartości stężenia SO₂ równej 7,65%, uzyskano by wzrost produkcji kwasu o 1,30% (dla katalizatorów obecnych) i 1,34% (dla katalizatorów renowych).

Wrocław, 26.08.2024 r.

Monika Józulek