

Niestandardowe metody identyfikacji i obserwacji stanu ciągłych modeli liniowych i rozszerzenie ich funkcjonalności dla celów wielowymiarowego sterowania adaptacyjnego procesem kondycjonowania szkła

Streszczenie

Niniejsza praca powstała w wyniku implementacji metod matematycznej teorii sterowania dla rzeczywistego procesu przemysłowego. Zaprezentowano w niej nowe rezultaty otrzymane w wyniku kilkuletnich badań nad zastosowaniem niestandardowych metod identyfikacji i obserwacji stanu ciągłych modeli liniowych do celów sterowania procesem kondycjonowania szkła. Wspomniany proces wymaga zapewnienia odpowiedniego profilu temperatury roztopionego szkła wewnątrz długiego zasilacza, doprowadzającego szkło do automatów formujących, co stawia duże wymagania przed systemem sterowania. Praktyka przemysłowa pokazuje, że najczęściej stosowane regulatory PID nie zawsze pozwalają na uzyskanie odpowiedniej jakości regulacji. Problem ten był główną motywacją do podjęcia badań nad możliwością identyfikacji modeli dynamiki procesu i syntezy algorytmów sterowania na ich podstawie. Jak się okazało zastosowanie, po raz pierwszy dla procesu kondycjonowania szkła, niestandardowych metod identyfikacji, obserwacji i sterowania predykcyjnego wymagało istotnych modyfikacji i rozszerzenia ich funkcjonalności. Zmiany te były konieczne, aby znane w wersji teoretycznej algorytmy mogły być zaimplementowane w adaptacyjnym systemie sterowania tym procesem.

W pierwszej części pracy przedstawiono zagadnienia teoretyczne związane z identyfikacją i obserwacją stanu modeli liniowych z czasem ciągłym. Szczegółowo opisano metodę funkcji modulujących i dokładne obserwatory stanu.

Dalsze rozdziały zawierają opis procesu kondycjonowania i instalacji produkcji szkła. Dokonano przeglądu literatury dotyczącej modelowania i sterowania procesem. Opisano również modele stref zasilacza z wykorzystaniem równań różniczkowych o parametrach rozłożonych. Przedstawiono adaptacyjny algorytm identyfikacji procesu, pozwalający na otrzymanie modeli liniowych, które mogą być użyte w sąsiedztwie danego punktu pracy. Dokonano ich weryfikacji z użyciem danych procesowych, pochodzących z rzeczywistej instalacji produkcji szkła.

Kolejna część pracy jest poświęcona algorytmom regulacji predykcyjnej i ich zastosowaniu dla procesu kondycjonowania. Szczególną uwagę zwrócono na algorytmy z czasem ciągłym, wykorzystujące zidentyfikowane poprzednio linowe modele dynamiki procesu. Opisano wprowadzone modyfikacje algorytmów, które pozwalają na uwzględnienie mierzalnych zakłóceń podczas wyliczania sygnałów sterujących, jak również algorytm optymalizacji punktu pracy instalacji w stanie ustalonym. Najważniejsze z algorytmów identyfikacji i sterowania zostały zaimplementowane w aplikacji dla systemu czasu rzeczywistego QNX 7.1. Zaprezentowano także wyniki symulacyjne dla kilku zestawów danych testowych.

Ostatnia część pracy stanowi podsumowanie, w którym dokonano weryfikacji postawionych na początku tez i zaproponowano możliwe kierunki przyszłych badań.

Michał Drapala

19.05.2022