

DIAGNOSTYKA PROCESU SPALANIA Z WYKORZYSTANIEM METOD OPTYCZNYCH

Streszczenie

Ponad 80% światowej energii elektrycznej wytwarzane jest przez spalanie kopalnych paliw węglowodorowych (ropa, węgiel, gaz, biomasa). Węgiel jest jednym z najstarszych i obecnie kluczowym źródłem energii w energetyce ciepłej w wielu krajach świata. Pomimo aktywnego rozwoju odnawialnych źródeł energii, węgiel pozostanie popularnym źródłem wytwarzania energii elektrycznej w dającej się przewidzieć przyszłości. Spalanie paliw węglowodorowych jest jednak nie tylko źródłem energii, ale także źródłem zanieczyszczenia środowiska. Współczesne normy emisji są bardzo rygorystyczne i dotrzymanie ich wymaga stosowania bardzo dokładnych i selektywnych systemów monitorowania diagnostyki i sterowania. Jedną z technologii wspomagających jest monitorowanie intensywności płomienia – rozwiązanie nieinwazyjne, a informacje o stanie procesu uzyskuje się z minimalnym opóźnieniem.

W pracy postawiono tezę, że wykorzystanie optycznych sygnałów pomiarowych w obserwacji procesu spalania pyłu węglowego pozwoli na wczesne wykrywanie i dokładne rozpoznawanie stanów awaryjnych. Zaproponowano metodę identyfikacji niepożądanych stanów spalania, dla których współczynnik nadmiaru powietrza jest większy lub mniejszy od wartości zapewniającej spalanie całkowite. Zbadano trzy architektury głębokich rekurencyjnych sieci neuronowych do klasyfikacji szeregów czasowych intensywności płomienia. Najlepsze wyniki uzyskano przy użyciu modelu z konwolucyjną pamięcią długotrwałą krótkotrwałą, który zapewniał dokładność 86,5% do 99,8% w zależności od mocy cieplnej. Czas predykcji pojedynczej sekwencji danych wynosił około 0,6 ms. Wysoka dokładność i mała czasochłonność proponowanej metody stwarzają możliwość jej zastosowania w przemysłowych systemach spalania pyłu węglowego i jego mieszaniny z biomasa.

Słowa kluczowe: diagnostyka, proces spalania, metody optyczne, sieci neuronowe, sieci głębokie.