

Ocena skuteczności różnych strategii oceny efektów procesu mielenia przy użyciu sztucznych sieci neuronowych

Evaluation of the different strategies for the pulp refining process effects estimation using artificial neural networks

KONRAD OLEJNIK, KRZYSZTOF CIESIELSKI

DOI: 10.15199/54.2017.5.1

Mielenie masy włóknistej należy do najbardziej energochłonnych i najmniej efektywnych operacji jednostkowych w technologii papieru. Wśród wielu powodów takiego stanu rzeczy najważniejszymi są: złożoność zjawisk zachodzących w strefie mielenia, brak zależności matematycznych, które jednoznacznie opisywałyby omawiany proces oraz wielowymiarowość tej operacji jednostkowej. W ramach niniejszych badań opracowano i zbudowano modele neuronowe procesu oraz przeanalizowano możliwości zastosowania sztucznych sieci neuronowych (SNN) do przewidywania efektów procesu mielenia. Jako sieć neuronową stosowano klasyczną sieć jednokierunkową typu feed-forward, zaś jako algorytm treningowy wybrano metodę Levenberga-Marquardta. Sieć neuronową symulowano w środowisku Matlab (Neural Network Toolbox). Modelowany w ramach badań proces mielenia masy włóknistej prowadzono w półtechnicznym stanowisku laboratoryjnym wyposażonym w młyn stożkowy Escher-Wyss. Przeprowadzone serie doświadczeń dostarczyły danych do treningu i testowania sieci neuronowych. Zastosowano trzy modele SNN, w których starano się przewidywać: właściwości papieru na podstawie parametrów procesu mielenia, właściwości papieru na podstawie właściwości mielonej masy włóknistej oraz właściwości mielonej masy na podstawie parametrów procesu mielenia. Stwierdzono, że SNN mogą być skutecznym rozwiązaniem do oceny przebiegu procesu mielenia. Na podstawie wykonanej, prostej oceny dokładności modelu stwierdzono, że model oparty o zależność między parametrami surowca włóknistego i właściwościami gotowego papieru był najbardziej dokładny. Wyniki wskazują, że powiązania parametrów w modelu SNN, w obrębie surowca włóknistego i produktu są znacznie silniejsze i dokładniejsze niż zależności „parametry procesu-właściwości produktu” lub „parametry procesu-właściwości surowca włóknistego”.
Słowa kluczowe: papier, masa włóknista, analiza mielenia, sztuczne sieci neuronowe, SNN

Pulp refining operation has been considered as the one of the most energy-consuming and low-efficiency unit operation in papermaking. Among others, the complicated phenomena which occur in refining zone, lack of the mathematical model of this multivariable process are the main reasons of this situation. The aim of the presented work was to analyse the possibility of application of artificial neural networks (ANN) for the purpose of the evaluation of pulp refining operation. The Levenberg-Marquardt algorithm was used as a training method. Available dataset was divided into two groups: 90% of experimental results was applied as a training data, 10% was used for model verification. ANN was designed and tested in Matlab environment (Neural Network Toolbox). Refining experiments were carried out in pilot plant equipped with Escher-Wyss conical refiner. As a result of conducted trials, both training and test data were obtained. Three different models of ANN were designed. The following groups of parameters were combined and simulated (In/Out): refining parameters - paper properties, refined pulp properties - paper properties and refining parameters - refined pulp parameters. It has been found that ANN could be considered as a efficient solution for evaluation of pulp refining process. Simple evaluation of the accuracy of all models showed that the highest precision was obtained in case of the „pulp properties - paper properties” model. Results also allow to presume that model relationships between properties of refined raw material and final product are much stronger and accurate than relationships between process parameters and respectively: raw material properties or paper properties.

Keywords: paper, pulp, refining analysis, artificial neural networks, ANN

Dr hab. inż. **K. Olejnik**, Politechnika Łódzka, Instytut Papiernictwa i Poligrafii, ul. Wólczańska 223, 93-005 Łódź;
dr inż. **K. Ciesielski**, Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, ul. Wólczańska 213, 93-005 Łódź