

## Streszczenie rozprawy doktorskiej:

# „OCENA ZACHOWANIA SIĘ PALIW STAŁYCH PODCZAS SPALANIA NA PODSTAWIE SIECI NEURONOWYCH I BADAŃ LABORATORYJNYCH”

Mgr inż. Sławomir Kakietek

Promotor: prof. dr hab. inż. Wiesław Rybak

Pomimo przewidywanego spadku udziału węgla w globalnym zapotrzebowaniu na energię pierwotną w nadchodzących kilku dziesięcioleciach, będzie on nadal jednym z głównych nośników energii. Jednak niskoemisyjna polityka KE oraz stale rosnące koszty produkcji energii z węgla wymuszają na jej producentach eksploatację jednostek wytwórczych z wykorzystaniem paliw często spoza zakresu paliw projektowych czy gwarantowanych, co wiąże się z całą gamą problemów technicznych, w szczególności w obrębie kotła energetycznego i samego spalania.

Opracowana w niniejszej rozprawie doktorskiej metoda oceny zachowania się paliw stałych podczas spalania na podstawie sztucznych sieci neuronowych i badań laboratoryjnych, pozwala na przewidywanie wpływu zmian jakości paliwa na zapłon, kinetykę odgazowania części lotnych i spalania stałej pozostałości po odgazowaniu, oraz emisję  $SO_2$  i  $NO_x$  w warunkach płomienia pyłowego w kotłach energetycznych. Dzięki zastosowaniu sztucznych sieci neuronowych określenie szukanych parametrów paliw nie jest czasochłonne i kosztowne przy jednoczesnym, zadowalającym poziomie wiarygodności uzyskanych wyników.

W celu opracowania metody zbudowano stanowisko badawcze, na którym przeprowadzono wielowariantowe badania spalania dla kilku paliw stałych, obejmujących pełny szereg uwęglenia: trzech węgla kamiennych, dwóch węgla brunatnych oraz jednego antracytu. Paliwa te zostały także poddane badaniom na innych stanowiskach badawczych umożliwiających określenie charakterystycznych dla tych paliw parametrów zapłonu, kinetyki odgazowania i szybkości spalania stałej pozostałości po odgazowaniu, które zostały wykorzystane do nauki sztucznych sieci neuronowych (szukane parametry, dane wyjściowe) na podstawie wyników pomiarów z nowo wybudowanego stanowiska badawczego i standardowych analiz paliwa (dane wejściowe).

W badaniach zastosowano kilka typów jednokierunkowych sieci neuronowych, z których najlepsze wyniki uzyskano dla sieci hybrydowych typu PCA z regułą Oja i algorytmem uczenia Levenberg'a-Marquardt'a. Stwierdzono, że poziom wiarygodności rezultatów działania sieci neuronowych rośnie wraz ze wzrostem ilości wejść do sieci, co jest szczególnie istotne przy małej ilości lub mało zróżnicowanych danych uczących. Ponadto w zależności od szukanego parametru paliwa dotyczącego: zapłonu, kinetyki odgazowania czy szybkości spalania stałej pozostałości po odgazowaniu, stwierdzono, że na końcowy wynik działania sztucznych sieci neuronowych znaczący wpływ mają różne dane wejściowe. Dominującymi danymi są analiza elementarna i techniczna paliwa oraz, w zakresie pomiarów z nowo wybudowanego reaktora, dane dotyczące zapłonu w postaci stężeń składników gazowych oraz wypalenie czy niedopał. Ponadto, w przypadku szukanych parametrów paliw dotyczących kinetyki odgazowania i spalania, istotną daną wejściową są też szukane i uzyskane dzięki działaniu sieci neuronowych parametry zapłonu. Jednakże pomimo znaczącego wpływu ww. danych wejściowych usunięcie z wektora wejść pozostałych danych, których wpływ na wynik jest mniejszy, wiąże się ze znacznym spadkiem wiarygodności rezultatów działania sztucznych sieci neuronowych i pogorszeniem ich prognozujących właściwości.

Badania nad zastosowaniem sieci neuronowych uzupełniono analizą czułości, badaniami weryfikującymi m.in. testy z wykorzystaniem monofrakcji pyłu węglowego oraz studiami parametrycznymi w celu poznania zachowania się sztucznych sieci neuronowych w zmiennych warunkach danych wejściowych. Uzyskano satysfakcjonujące rezultaty.

Przeprowadzone badania nad zastosowaniem sztucznych sieci neuronowych w ocenie zachowania się paliw stałych podczas spalania wykazały, że są one nie tylko dobrym jakościowo i ilościowo narzędziem do określania ww. parametrów paliw ale także narzędziem poznawczym bądź weryfikującym rzeczywisty eksperyment.

Wrocław, 31.05.2019 r.

Sławomir Kakietek