

## Streszczenie

Tematyka rozprawy doktorskiej zatytułowanej: „**Metody modelowania matematycznego w diagnostyce uszkodzeń silników synchronicznych o magnesach trwałych**” obejmuje problematykę diagnostyki uszkodzeń silników synchronicznych z magnesami trwałymi z ang. *Permanent Magnet Synchronous Motors* (PMSM). Praca skupia się na zastosowaniu metod modelowania matematycznego w celu opracowania wzorców diagnostycznych dla uszkodzeń PMSM. Silniki tego typu są coraz częściej stosowane w przemyśle, ze względu na swoją wysoką sprawność i niezawodność. Jednakże, w przypadku wystąpienia uszkodzeń, konieczna jest skuteczna ich diagnostyka, umożliwiająca zapobiegnięciu eskalacji defektu, co może doprowadzić do zatrzymania ciągu technologicznego. Celem badań przedstawionych w rozprawie jest analiza zachowania silnika PMSM pracującego w zamkniętej strukturze sterowania poprzez obserwację symptomów uszkodzeń w momencie ich pojawienia się podczas pracy maszyny w różnych warunkach. Dodatkowo, w pracy przedstawiono metody ekstrakcji istotnych cech z sygnałów pochodzących z modelu matematycznego, które mogą być wykorzystane do detekcji uszkodzeń silnika, na podstawie technik bazujących na sieciach neuronowych.

W ramach rozprawy doktorskiej przeanalizowano obecny stan wiedzy z zakresu diagnostyki silników o magnesach trwałych, co pozwoliło zidentyfikować lukę wspomnianego obszaru badawczego. Badania wchodzące w zakres realizowanej rozprawy doktorskiej zostały podzielone na kilka etapów obejmujących: analizę modeli matematycznych umożliwiających symulację wybranych uszkodzeń silnika PMSM, identyfikację symptomów oraz sposoby ich wyodrębnienia oraz dalszego wykorzystania w diagnostyce opartej na sieciach neuronowych. Podczas pierwszego etapu wykonano modele uszkodzeń elektrycznych, tj. zwarć zwojowych i demagnetyzacji oraz model mechaniczny łożyska tocznego. Badania te miały na celu odwzorowanie zjawisk zachodzących w silniku *Lenze MCS14H15* oraz jego komponentów podczas wystąpienia wspomnianych defektów. Następnie wybrane modele uszkodzeń zintegrowano z układem sterowania, przeprowadzając badania symulacyjne, jak i eksperymentalne, w celu analizy wpływu nastaw regulatorów prądu na działanie układu. Przeprowadzono obserwacje różnych sygnałów występujących w strukturze sterowania, na podstawie których wyodrębniono symptomy uszkodzeń. Zebrane dane zostały wykorzystane do treningu dwóch sieci neuronowych: perceptronu wielowarstwowego oraz samoorganizującej sieci Kohonena. Opracowane neuronowe systemy oceny stanu technicznego silnika PMSM zostały przetestowane i zweryfikowane pod kątem ich działania w różnych warunkach pracy. W rezultacie charakteryzowały się wysoką skutecznością diagnozowania oraz monitorowania stanu maszyny.

Całość przedstawionych w rozprawie doktorskiej rezultatów badań stanowi istotny krok w rozwoju diagnostyki silników o magnesach trwałych, opartej wyłącznie na modelach matematycznych. Badania te rozszerzają aktualny stan zagadnienia na temat zachowania się silników PMSM podczas różnych uszkodzeń, co umożliwia skuteczne wykorzystanie modeli matematycznych do identyfikacji tych uszkodzeń. Wyniki przedstawione w rozprawie stanowią fundament dla dalszych prac nad zagadnieniem.

Mateusz  
Kujacki