

W ostatnich latach można zauważyć znaczne zainteresowanie zastosowaniami elektrycznych układów napędowych nie tylko w takich aplikacjach jak automatyka przemysłowa i robotyka, ale również w szeroko rozumianym transporcie osób i rzeczy (samoloty, statki, pojazdy), gdzie dąży się do zastępowania napędami elektrycznymi dotychczas stosowanych napędów hydraulicznych z silnikami spalinowymi. Spowodowane to jest powszechnym żądaniem obniżenia zużycia paliw płynnych oraz emisji szkodliwych gazów do atmosfery, jak również hałasu i kosztów obsługi. Dlatego, w zakresie rozwoju napędów elektrycznych pojawiły się nowe wymagania, takie jak: mały ciężar i kompaktowość konstrukcji, niski koszt, wysoka sprawność, bezobsługowość i niezawodność. Z tego powodu wzrosło zainteresowanie możliwościami zastosowań silników synchronicznych wzbudzanych magnesami trwałymi (PMSM), które stały się bardzo konkurencyjne w stosunku do innych rodzajów maszyn elektrycznych ze względu na niższe straty, wyższy stosunek momentu obrotowego do masy, lepsze właściwości dynamiczne, niską emisję hałasu, prostą kompaktową konstrukcję i łatwą konserwację. Z tego powodu silniki PMSM są obecnie wykorzystywane w wielu aplikacjach, które wymagają dużej wydajności i dokładnej kontroli momentu obrotowego w różnych warunkach pracy, m.in. w robotyce oraz w pojazdach elektrycznych i hybrydowych. W takich aplikacjach silniki te są poddawane dużym obciążeniom fizycznym i termicznym. Przeciążanie silnika PMSM może mieć wpływ na szybsze uszkodzenie maszyny, a nieoczekiwane uszkodzenie lub awaria napędu może prowadzić do bardzo wysokich kosztów naprawy lub wymiany. Dlatego diagnostyka tego typu maszyn wydaje się być niezbędna (np. może pomóc w zaplanowaniu konserwacji prewencyjnej). Symptomów uszkodzenia można poszukiwać w sygnałach elektrycznych (prąd, napięcie), w strumieniu magnetycznym, drganiach mechanicznych, sygnale akustycznym oraz miejscowych zmianach temperatury. Uszkodzenia powinny być wykryte i zdiagnozowane w początkowym stanie, aby zapobiec ich dalszemu rozprzestrzenianiu. Wczesne wykrycie uszkodzenia pozwoli zaplanować remont silnika, co ograniczy koszty naprawy urządzenia lub opóźnienia i straty w produkcji.

Celem niniejszego projektu jest więc opracowanie nowych metod detekcji i diagnostyki uszkodzeń typu elektrycznego i mechanicznego w układach napędowych z silnikami synchronicznymi o magnesach trwałych przy wykorzystaniu zaawansowanych metod przetwarzania sygnałów i sieci neuronowych. Opracowane hybrydowe metody diagnostyki uszkodzeń będą testowane w badaniach symulacyjnych i eksperymentalnych.

Rozważane będą różne uszkodzenia silnika PMSM o charakterze elektrycznym i mechanicznym: zwarcia zwojowe uzwojenia stojana, zwarcia fazowe, demagnetyzacja wirnika, uszkodzenia łożysk, niewyosiowanie, niewyważenie, ekscentryczność. Sprawdzony zostanie ich wpływ na pracę napędu z silnikiem PMSM sterowanym metodą wektorową, jak również zostaną wytypowane sygnały diagnostyczne umożliwiające detekcję wybranych uszkodzeń oraz różnicowanie uszkodzeń powodujących podobne symptomy. Na ich podstawie zostaną opracowane algorytmy detekcji i diagnostyki silnika PMSM, oparte na sygnałach napięcia i prądu oraz na wewnętrznych sygnałach ze struktury sterowania, wykorzystujące metody algorytmiczne i metody sztucznej inteligencji, realizowane za pomocą narzędzi sprzętowych oraz programowych. Opracowane algorytmy diagnostyczne umożliwią wczesne wykrywanie i różnicowanie rozważanych uszkodzeń, czyli opracowanie kompleksowego systemu diagnostyki uszkodzeń dla napędu z silnikiem PMSM. Opracowany system diagnostyczny, oparty na zewnętrznych i wewnętrznych sygnałach struktury sterowania wektorowego, ich przetwarzaniu i analizie przy wykorzystaniu metod analitycznych i neuronowych, w sposób automatyczny będzie wykrywał i lokalizował uszkodzenie silnika napędowego.

Badania planowane w ramach tego projektu, związane z metodami detekcji i diagnostyki uszkodzeń silników PMSM (uzwojeń stojana, demagnetyzacji wirnika, uszkodzeń o charakterze mechanicznym) pracujących w układach sterowania wektorowego, przy wykorzystaniu zaawansowanych metod przetwarzania sygnałów w celu wyodrębnienia symptomów różnych uszkodzeń oraz metod neuronowych do projektowania detektorów i klasyfikatorów uszkodzeń, lokują się w aktualnym nurcie prac badawczo-rozwojowych związanych z zagadnieniami diagnostyki układów automatyki napędu, a w szczególności serwonapędów. Stanowią również przedmiot zainteresowania przemysłu w zakresie hybrydowych lub całkowicie elektrycznych środków transportu i robotyki. Ponadto, planowane badania dobrze wpisują się w szybko rozwijającą się dziedzinę odpornych na uszkodzenia metod sterowania złożonymi systemami dynamicznymi.