

Z danych statystycznych wynika, że zdecydowana większość energii konsumowanej przez przemysł to energia pobierana przez napędy elektryczne. Zdolność kontroli pozycji, prędkości obrotowej czy momentu elektromagnetycznego przy zmiennych parametrach układu sterowania oraz coraz to większych wymaganiach co do precyzji napędów wymuszają stosowanie złożonych napędów przekształtnikowych. Konieczność stosowania skomplikowanych w budowie napędów elektrycznych zwiększa prawdopodobieństwo ich awarii. Dodatkowo, obciążenia mechaniczne (wysoka dynamika) oraz elektryczne (gwałtowne zmiany wartości napięcia i prądów) silników bezpośrednio wpływają na uszkodzenia samego silnika. Powyższe w połączeniu ze współczesną tendencją do zwiększania wydajności, a więc także i głośniejszej produkcji sprawia, że atrakcyjne stają się rozwiązania odporne na awarie (FTC, ang. *fault tolerant control*). Atrybut odporności na awarię jest także kluczowy w instalacjach odpowiedzialnych za zdrowie i życie ludzkie (napędy w lotnictwie, górnictwie, energetyce atomowej, itp.).

Wzrost wymagań dotyczących niezawodności układów sterowania, wielu urządzeń przemysłowych i komunikacyjnych a w szczególności sterowania układów napędowych, w systemach, w których bezpieczeństwo jest najważniejsze, wybiega poza zakres możliwości wielu tradycyjnych rozwiązań. Niezawodny napęd elektryczny jest istotnym czynnikiem określającym konkurencyjność maszyn technologicznych, robotów i pojazdów. Z tej perspektywy wydaje się uzasadnione poszukiwanie rozwiązań minimalizujących uszkodzenia napędów elektrycznych.

Dostępne prace badawcze z zakresu napędów elektrycznych koncentrują się na napędach z silnikami indukcyjnymi. Badania prowadzone są dla stanu ustalonego pracy napędu. Niedostępne natomiast prace prezentujące takie metody dla napędów o wysokich wymaganiach co do właściwości statycznych i dynamicznych.

Silniki o magnesach trwałych znajdują szerokie zastosowanie w precyzyjnych napędach robotów i obrabiarek. Ich zaletami są duża moc przy niewielkich wymiarach, możliwość pracy w szerokim zakresie prędkości i bardzo dobre właściwości dynamiczne. Wysoka sprawność przetwarzania energii w maszynach o magnesach trwałych powoduje także, że coraz szerzej maszyny takie stosowane są do innych napędów przemysłowych.

Celem naukowym projektu jest całościowe opracowanie metod diagnostyki uszkodzeń (FDI, ang. *Fault Detection and Isolation*), które zapewni odpowiednie monitorowanie i szybkie klasyfikacje uszkodzeń napędu elektrycznego z silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych (PMSM, ang. *permanent magnet synchronous motor*) w celu wprowadzenia metod sterowania tolerujących uszkodzenia (FTC, ang. *fault tolerant control*). Osiągnięcie tak postawionego celu wymaga rozwiązania zagadnień badawczych obejmujących opracowanie, analizę i ocenę metod detekcji, lokalizacji i identyfikacji uszkodzeń w trybie czasu rzeczywistego („on-line”) dla przyjętych struktur i algorytmów sterowania zapewniających możliwość najlepsze, w rozumieniu przyjętego kryterium, zachowanie się układu napędowego w warunkach wystąpienia uszkodzenia.

System diagnostyczny powinien z wymaganą dokładnością rozróżniać uszkodzenia lub stany obiektu. Możliwość takiego rozróżnienia zależy między innymi od własności diagnozowanego obiektu. W celu osiągnięcia wymaganej rozróżnialności należy zaprojektować odpowiedni zbiór algorytmów detekcyjnych.

W ramach projektu rozwinięte i zaadaptowane zostaną dwie grupy metod detekcji uszkodzeń: metoda analizy danych oraz metoda wykorzystująca model procesu. Przeprowadzenie poprawnej fazy detekcji obejmującej generację oraz ocenę wartości residuów polegająca na konwersji ilościowych sygnałów residuów na jakościowe sygnały diagnostyczne wraz z podejmowaniem decyzji o wykryciu symptomów uszkodzenia stanowi podstawę do opracowania metod szczegółowej lokalizacji i identyfikacji uszkodzenia.

Badania będą się koncentrowały na rozważaniach teoretycznych i analizie symulacyjnej. Wykorzystane zostaną modele sygnałowe i modele obwodowe umożliwiającej pogłębioną analizę zjawisk fizycznych. W pierwszym etapie opracowane zostaną: baza wiedzy obejmująca opis typowych uszkodzeń napędów elektrycznych z silnikami synchronicznymi o magnesach trwałych oraz metody detekcji, lokalizacji i identyfikacji tych uszkodzeń. W drugim etapie badawczym nastąpi weryfikacja wyników symulacyjnych na stanowisku laboratoryjnym.

Dzięki przeprowadzonym pracom nastąpi rozwój szeregu metod detekcji, lokalizacji i identyfikacji uszkodzeń w układach elektro-mechanicznych. Metody te mają charakter uniwersalny i mogłyby być wykorzystane w odniesieniu do innych obiektów. Zastosowanie opracowanych algorytmów diagnostyki pozwoli na wprowadzenie sterowania tolerującego uszkodzenia, co zapewni działanie napędu także jak w warunkach znamionowych lub te bezpiecznej pracy o właściwościach obniżonych oraz umożliwi zastąpienie przeglądów okresowych przeglądami lub naprawami tylko tych elementów, dla których jest to rzeczywiście konieczne. Jednocześnie nie wczesne wykrycie uszkodzenia w układach o wymaganej wysokiej niezawodności może zapobiec niebezpiecznej awarii czy katastrofie, kosztując życie ludzkie lub powodując znaczne straty.