



Poznań 22.05.2023r.

dr hab. inż. Roman Barczewski
Politechnika Poznańska
Wydział Inżynierii Mechanicznej
Instytut Mechaniki Stosowanej
Zakład Wibroakustyki i Diagnostyki Systemów
tel. + 48 66 52684
e-mail: roman.barczewski@put.poznan.pl

OPINIA PROMOTORA

dotycząca rozprawy doktorskiej mgr. inż. Mateusza Wróbla pt.
„Metodyka testowania odbiorczego asynchronicznych silników elektrycznych”
The methodology of acceptance testing of asynchronous electric motors

Obecnie stosowane normowe metody testowania odbiorczego asynchronicznych silników elektrycznych w głównej mierze opierają się na pomiarach elektrycznych (m.in. rezystancji, napięć, prądów) oraz elementarnych pomiarach drgań i emitowanego hałasu. Efektem końcowym testów jest weryfikacja podstawowych cech funkcjonalnych oraz bezpieczeństwa użytkowania silników.

Rozprawa doktorska mgr. inż. Mateusza Wróbla pt. „Metodyka testowania odbiorczego asynchronicznych silników elektrycznych” obejmuje zagadnienia rozszerzonej metodyki testowania w tym: warunków prowadzenia testów, klasyfikacji pozwalającej na uzyskanie kompleksowej informacji o jakości wykonania części mechanicznej, jak i obwodów elektromagnetycznych silnika, a także opracowanie nowych metod i technik parametryzacji procesów resztkowych i parametrów funkcjonalnych towarzyszących pracy silników asynchronicznych, umożliwiających pozyskiwanie uszkodzeniowo zorientowanych symptomów diagnostycznych (dyskryminant). Rozprawa ta wpisuje się w obszar dyscypliny Inżynierii Mechanicznej, w szczególności w zakresie diagnostyki technicznej maszyn i urządzeń.

W pierwszym etapie prac w zakresie metodyki testowania silników w oparciu o drgania i hałas, został zbadany wpływ sposobu prowadzenia testów na informatywność sygnałów diagnostycznych (wibroakustycznych, pola magnetycznego, prądów zasilających, sygnałów tachometrycznych). W tym celu zastosowano zaawansowane techniki parametryzacji i analizy sygnałów. Na podstawie wyników uśredniania multisynchronicznego sygnałów (MSA) wskazano punkty pomiaru drgań o najwyższej informatywności, a mapowanie pola magnetycznego wokół silnika umożliwiło wskazanie optymalnej lokalizacji czujników pola

magnetycznego. Dodatkowo zbadano wpływ posadowienia testowanych silników (zawiesie, podłoże podatne, uchwyty - różne warunki brzegowe), na zmianę poziomów rejestrowanych drgań oraz składu widmowego. Wnioski płynące z tej części badań mają kluczowe znaczenie dla poprawności testów odbiorczych silników asynchronicznych.

Doktorant zaimplementował korekcję częstotliwościową (AFC) widma amplitudowego do precyzyjnego wyznaczania poślizgu z dokładnością nieosiągalną konwencjonalnymi metodami. Zastosowana metoda pozwoliła na wykorzystanie poślizgu do detekcji poprawności wykonania obwodów elektrycznych i oporów ruchu silników testowanych bez obciążenia. Swoiste novum stanowi wykorzystanie śledzenia sumy wektorowej prądów fazowych w trakcie kilkusekundowego testu silnika obejmującego fazy rozruchu, biegu ustalonego oraz zatrzymywania silnika. Na podstawie parametryzacji tej charakterystyki można bez dodatkowych przetworników określić, oprócz maksymalnego prądu rozruchowego, asymetrię rezystancji oraz opory mechaniczne w silniku (łożyskowania i ewentualne przycieranie).

Badania prowadzone w ramach doktoratu były przeprowadzone na silniku badawczym, w którym była możliwość wprowadzania typowych wad produkcyjnych silników zarówno w układach mechanicznych, jak i w obwodach elektromagnetycznych. Prowadzony na tym silniku tzw. eksperyment czynny umożliwił określenie wrażliwości zdefiniowanych symptomów diagnostycznych na wprowadzone uszkodzenia i wskazanie uszkodzeniowo zorientowanych miar (symptomów) pozwalających na detekcję i ocenę wad takich jak: niecentryczność wirnika względem stojana (nierównomierna szczelina powietrzna), niewyważenie wirnika, nadmierne opory ruchu, asymetria rezystancji w obwodach i uzwojeniach silnika.

Na szczególne podkreślenie zasługuje to, że Doktorant opracował i wykonał prototyp stanowiska do badań silników asynchronicznych małej mocy produkowanych seryjnie. Opracował i wykonał część mechaniczną stanowiska, zintegrowaną głowicę pomiarową z przetwornikami i układami tachometrycznymi, wszystkie interfejsy pozwalające na wielokanałową akwizycję sygnałów i dalsze ich przetwarzanie technikami cyfrowymi, układ do trójosiowych pomiarów pola magnetycznego, układów śledzenia: prądów zasilających, sygnału tachometrycznego i częstotliwości sieci zasilającej.

Szczególnie cenne w ujęciu aplikacyjnym są wyniki badań grupy silników przeprowadzone na opracowany stanowisku. Doktorant wykazał, że największy potencjał aplikacyjny ma prezentacja wyników na płaszczyźnie wartość skuteczna prędkości drgań v_{RMS} – częstotliwość Rice'a f_{RICE} . Na tej podstawie można dokonywać zarówno oceny intensywności drgań silników oraz identyfikować naturę wad produkcyjnych (mechanicznych lub obwodów elektromagnetycznych) i wskazać przyczynę powstawania wad produkcyjnych.

Podsumowując mogę stwierdzić, że mgr inż. Mateusz Wróbel, wykazał się predyspozycjami do prowadzenia prac badawczych oraz ponadprzeciętnymi umiejętnościami w zakresie tworzenia stanowisk badawczych zarówno części mechanicznej, elektronicznej i nadbudowy informatycznej. W realizacji badawczych wykazał się umiejętnością stosowaniu zawansowanych narzędzi badawczych zwłaszcza w obszarze cyfrowego przetwarzania sygnałów. Wyniki prac badawczych częściowo zostały opublikowane w czasopiśmie

naukowych. Cele pracy zostały osiągnięte, a wyniki badań i wnioski z nich płynące mają bardzo duży potencjał poznawczy, aplikacyjny i wdrożeniowy oraz stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Mechaniczna w obszarze diagnostyki technicznej maszyn. Praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim.

Roman Barczewski

