

Streszczenie

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Przemysława Szulima

pt. „Wykorzystanie informacji diagnostycznej w planowaniu ruchu pojazdu autonomicznego”

W pracy podjęto się zadania rozwiązania problemu uwzględnienia stanu technicznego napędu w procesie planowania misji pojazdu autonomicznego w celu optymalizacji wydatku energetycznego oraz spowolnienia rozwoju uszkodzeń.

Punktem wyjścia analiz uczyniono energetyczny model uszkodzeń zaproponowany przez profesora Cempela. Skupiono uwagę na możliwości oddziaływania na przepływ energii w pojeździe związanej z uszkodzeniem poprzez optymalizację parametrów ruchu pojazdu, w celu minimalizacji ryzyka niepowodzenia misji pojazdu autonomicznego wywołanego uszkodzeniem katastroficznym. Przeprowadzona analiza możliwości realizacji tak postawionego zadania wymagała odniesienia się do kilku obszarów nauki takich jak robotyka, diagnostyka, a także elektrotechnika. Zadanie optymalizacji procesu możliwe jest po wstępnym zdefiniowaniu funkcji kryterialnej. Ponieważ w założeniach pracy przyjęto skupić uwagę tylko na uszkodzeniach mechanicznych jako potencjalnych źródłach rozproszonych energii, stworzono model opisujący zależności pomiędzy parametrami pracy silnika i uszkodzeniami a rozpraszaną energią.

Zadanie optymalizacji ruchu pojazdu autonomicznego opisane w rozdziale drugim zrealizowano w oparciu o algorytm grafowy. Wykazano, że poprzez zaplanowanie profilu prędkości dla pojazdu autonomicznego można wpływać na efektywność wydatkowania energii w pojeździe oraz że istnieje możliwość minimalizacji strat energii związanej z uszkodzeniami. Do realizacji zadania konieczne było określenie charakteru i intensywności strat związanych z uszkodzeniem, co stanowiło przedmiot dalszych analiz prowadzonych w oparciu o model silnika.

W pracy dokonano szerokiego przeglądu sposobów modelowania zjawisk elektromagneto-mechanicznych zachodzących w silnikach. Opierając się na podstawowych prawach fizyki, opracowano model opisujący procesy kluczowe dla istoty działania silnika, co zostało opisane w trzecim rozdziale pracy. W modelu uwzględniono obecność uszkodzeń mechanicznych istotnych z punktu widzenia niniejszej rozprawy. Stworzony model opisywał rozkład pola w przestrzeni silnika oraz w przestrzeni go otaczającej. Uwzględniono trzy

podstawowe błędy: niewspółosiowość, pulsowanie momentu oraz demagnetyzację magnesów trwałych. Przeprowadzono analizy porównawcze wyników modelu analitycznego z modelem MES potwierdzające dużą ich zbieżność, co może świadczyć o właściwie przeprowadzonym etapie modelowania. Dokonano także opisu analitycznego procesu komutacji, co pozwoliło zrealizować pełną symulację pracy silnika w przypadku obecności błędów.

Skupiono także uwagę na zadaniu określenia stanu maszyny elektrycznej poprzez obserwację dostępnych pomiarowo sygnałów: prądowego oraz zewnętrznego pola magnetycznego. W rozdziale czwartym pracy wykazano, że analizując pole magnetyczne wokół silnika, można obserwować efekty związane z uszkodzeniami, pierwotne w stosunku do efektów obserwowanych w prądzie. Wyniki badań stanowiskowych porównano z wynikami otrzymanymi z modelu i zestawiono je w rozdziale szóstym. Dokładna analiza modelu pozwoliła wyjaśnić przyczynę występowania różnych efektów w sygnale.

W rozdziale piątym przeanalizowano i opisano wpływ niewspółosiowości na poziom strat generowanych w magnesach trwałych wirnika. Wyprowadzono analityczne zależności wiążące uszkodzenie oraz straty mocy wywołane powstaniem prądów wirowych. Uwzględniono jedynie te obszary silnika, w których metodami analitycznymi można było wyznaczyć rozkład prądów wirowych. Wykazano istotną z punktu widzenia celu pracy właściwość, że uszkodzenia przyczyniają się do wzrostu strat.