

Streszczenie rozprawy doktorskiej

(doktorat wdrożeniowy)

Tytuł : System rozwiązań konstrukcyjnych do projektowania silników elektrycznych o zwiększonej gęstości mocy dla zastosowań w elektromobilności

Autor:

mgr inż. Piotr Dukalski

Promotor:

dr hab. inż. Roman Krok, prof. PŚ (Politechnika Śląska)

Opiekun pracy ze strony pracodawcy:

prof. dr hab. inż. Tadeusz Glinka (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny)

Celem pracy było zaproponowanie metody analizy systemów rozwiązań konstrukcyjnych silnika o zwiększonej gęstości mocy przeznaczonego do zabudowy w piaście koła pojazdu.

W pracy przedstawiono historię napędów pojazdów elektrycznych z silnikami zabudowanymi w kołach. Zostały opisane główne zalety zastosowania tego typu silników w napędzie samochodu. Zalety wynikają z eliminacji mechanicznych elementów pośredniczących w przeniesieniu momentu obrotowego, co otwiera przed projektantami nowe możliwości w zakresie sterowania pojazdem i budowy innowacyjnych struktur napędów elektrycznych oraz hybrydowych. W pracy wskazano, że silniki o zwiększonej gęstości mocy przeznaczone do zabudowy w piaście koła są odpowiedzią na najbardziej aktualne trendy w rozwoju w elektromobilności.

W rozprawie doktorskiej szczegółowo opisano wyzwania przed jakimi stają projektanci tego typu silników. Główne problemy związane są z aspektami termicznymi pracy silnika, wymaganiami wynikającymi z dynamiki jazdy samochodu, ograniczeniami gabarytowymi silnika podyktowanymi wymiarami felgi oraz koniecznością bezkolizyjnego zamontowania układu hamulcowego i elementów zawieszenia samochodu, ograniczeniem masy silnika w celu ograniczenia masy nieresorowanej. Silniki powinny pracować jako prądnice zapewniające hamowanie rekuperacyjne, które zgodnie z najnowszymi trendami w elektromobilności obejmuje możliwie największą część okresu hamowania pojazdu, a układ napędowy samochodu elektrycznego musi spełniać wymagania drogowe związane z pokonywaniem przeszkód oraz dynamiką jazdy w zależności od klasy i przeznaczenia pojazdu.

Autor zaproponował szereg rozwiązań konstrukcyjnych mających na celu zmniejszenie masy silnika oraz poprawę jego parametrów cieplnych. Należą do nich: zmiany długości rdzenia magnetycznego, zwiększenie liczby par biegunów magnetycznych, zastosowanie

specjalnych materiałów pozwalających na zmniejszenie rezystancji cieplnej pomiędzy uzwojeniem a układem chłodzenia oraz nowe rozwiązania konstrukcyjne układu chłodzenia.

Opracowana metoda analizy systemów rozwiązań konstrukcyjnych silnika o zwiększonej gęstości mocy przeznaczonego do zabudowy w piaście koła pojazdu wykorzystuje:

- a) analizę wyników badań laboratoryjnych silnika prototypowego z odpowiednio rozmieszczonymi czujnikami temperatury;
- b) sprzężony model elektromagnetyczny i cieplno-przepływowy przygotowany w środowisku programu ANSYS Motor CAD, skalibrowany pomiarami wykonanymi na zbudowanych prototypach silnika;
- c) analizę badań symulacyjnych silnika przy odwzorowaniu rzeczywistych warunków pracy występujących w samochodzie na podstawie dobranych cykli jezdnych.

Przeprowadzona analiza systemów rozwiązań konstrukcyjnych silnika pozwoliła na wyciągnięcie szeregu wniosków dotyczących skuteczności proponowanych rozwiązań, technologii wykonania silników prototypowych oraz umożliwiła opracowanie silnika o lepszych parametrach elektromechanicznych i cieplnych.

Metoda została wykorzystana do opracowania silnika o zwiększonej gęstości mocy do zastosowania w napędzie hybrydowym samochodu dostawczego oraz pozwoliła na analizę wpływu parametrów zasilania silnika na jego temperaturę pracy w cyklach jazdy samochodu.