

Analiza wpływu technologii wytwarzania wysokoobrotowych silników elektrycznych małej mocy w celu udoskonalenia ich modeli analitycznych.

Głównym celem naukowym projektu jest analiza wpływu różnych zjawisk fizycznych powodowanych przez technologię budowy silników elektrycznych, głównie związanych z degradacją struktury blach, spowodowaną wykrawaniem i montażem, oraz opracowanie metod włączenia tych zjawisk do modeli analitycznych silników elektrycznych. W pierwszej kolejności przeprowadzone zostaną eksperymenty w celu określenia szerokości uszkodzonej strefy, która jest wynikiem procesu cięcia. Cel ten zostanie osiągnięty dzięki zastosowaniu dwóch technologii cięcia: wykrawania i cięcia laserowego. Drugim celem badawczym jest określenie równoważnych właściwości magnetycznych i energetycznych uszkodzonego materiału, które mogą być wykorzystywane w modelach obwodowych do projektowania i optymalizacji silników elektrycznych małej mocy i innych urządzeń elektrycznych. Należy podkreślić, że badania będą prowadzone w oparciu o nieinwazyjną metodę pomiarową, która nie wymaga specjalistycznych (a co za tym idzie drogich) urządzeń pomiarowych. Ostatecznym celem badawczym będzie opracowanie metod badawczych przydatnych do uwzględnienia wyników tych badań w modelach analitycznych silników elektrycznych. Projekt będzie miał znaczący wpływ na dziedzinę badań podstawowych, polegający na poszerzeniu wiedzy na temat zjawisk fizycznych związanych z technologią wytwarzania rdzeni silników elektrycznych i przygotowania metod uwzględniających te zjawiska w modelowaniu silników elektrycznych. Uzyskane wyniki badań mogą być w przyszłości wykorzystane do osiągnięcia większej zgodności mierzonych parametrów elektromagnetycznych i strat w produkowanych silnikach z obliczonymi na etapie projektowania, zwłaszcza w energooszczędnych silnikach elektrycznych. Silniki elektryczne i napędzane nimi urządzenia mechaniczne stanowią podstawową klasę odbiorców energii elektrycznej. Szacuje się, że około 43-46% światowej energii elektrycznej zużywane jest przez układy napędowe z silnikami elektrycznymi, w których dominują silniki indukcyjne. Straty magnetyczne stanowią znaczącą część strat całkowitych i dlatego ich minimalizacja ma znaczący wpływ na zużycie energii elektrycznej. Specyficzną cechą strat magnetycznych jest to, że występują one również przy biegu jałowym silnika, tzn. gdy nie generuje on mocy mechanicznej.

Główne pytania, jakie należy zadać rozpoczynając realizację projektu, wynikają z przedstawionych celów badawczych i dotyczą możliwości oceny zmiany właściwości magnetycznych i strat żelaza różnych blach elektrotechnicznych wykorzystywanych do budowy rdzeni silników elektrycznych małej mocy. Zmiana ta jest wynikiem zastosowania różnych technologii cięcia i montażu rdzeni. W tym kontekście należy przyjąć hipotezę, że technologie te w różnym stopniu niszczą właściwości materiału ferromagnetycznego. Innym problemem do rozwiązania jest określenie równoważnej charakterystyki materiału magnetycznego z uwzględnieniem uszkodzenia materiału, które będzie podstawą do analitycznych obliczeń parametrów silnika. Można przypuszczać, że będzie to wymagało określenia rodziny charakterystyk, przypisanych do szerokiego zakresu indukcji magnetycznej i częstotliwości, w tym częstotliwości znacznie przekraczających częstotliwość nominalną. Najważniejsze pytanie dotyczy problemu, jakie zjawiska fizyczne związane z technologią produkcji silnika, wpływające niekorzystnie na jego parametry eksploatacyjne, można odwzorować w modelu analitycznym i w jaki sposób poprawi on proponowaną dokładność modelu, zwłaszcza w obliczaniu strat silnika i jego sprawności.

Badania będą przeprowadzane dla arkuszy izotropowych o strukturze krystalicznej, o grubości od 0,2 mm do 0,5 mm, o częstotliwości pola magnetycznego od 10 Hz do 400 Hz. Przed wykonaniem pomiarów blacha zostanie poddana procesowi cięcia przy użyciu dwóch technologii: cięcia mechanicznego i cięcia laserowego. Wykonanie pomiarów eksperymentalnych będzie pierwszym etapem projektu. Przeprowadzone pomiary pozwolą na uzyskanie danych niezbędnych do wykonania modeli numerycznych badanych próbek. Uzyskane wyniki będą podstawą do określenia proponowanych formuł analitycznych, a także zbudowanych modeli numerycznych badanych próbek. Druga część pomiarów zostanie wykonana na stanowisku umożliwiającym określenie wpływu procesu montażu rdzenia na jego właściwości. Trzecia część pomiarów dotyczy obserwacji struktury krystalograficznej za pomocą mikroskopu. W wyniku obserwacji oczekuje się określenia wielkości ziarna w surowcu i uszkodzonego obszaru w pobliżu krawędzi cięcia. Na podstawie przeprowadzonych badań eksperymentalnych oraz analizy wyników pomiarów i wstępnych obliczeń wykonanych z wykorzystaniem modeli numerycznych możliwe będzie oszacowanie szerokości strefy uszkodzonej. Ocena ta posłuży do oceny przydatności i skuteczności formuł analitycznych zaproponowanych w drugim etapie projektu. W drugim etapie projektu zaproponowane zostaną formuły analityczne umożliwiające oszacowanie szerokości strefy uszkodzonej. Badania rdzeni maszyn będą wspomagane symulacją numeryczną zjawisk w rdzeniu przy użyciu metody elementów skończonych.

W końcowym etapie prac, na podstawie modelu numerycznego i testów przeprowadzonych dla modeli fizycznych wybranych silników elektrycznych, zostanie zweryfikowany dopracowany model analityczny silnika uwzględniający wpływ technologii produkcji.