

Spis treści

Przedmowa	9
Ważniejsze oznaczenia	11
Ważniejsze akronimy	13
1. Wprowadzenie	15
1.1. Rodzaje aktuatorów elektromagnetycznych o ruchu liniowym	15
1.2. Obiekty analizowane w pracy	17
2. Cele i tezy pracy na tle aktualnego stanu zagadnienia	19
2.1. Cele pracy w świetle aktualnego stanu zagadnienia	19
2.2. Tezy pracy	24
3. Geometria i specyfika analizowanych obiektów	27
3.1. Prototypy aktuatorów z magnesami umieszczonymi na biegniku.....	27
3.2. Wybór topologii aktuatorów z ruchomą cewką	30
4. Analiza pola magnetycznego w układach 3D i 2D	39
4.1. Wykorzystanie równań Maxwella do opisu pola magnetycznego w badanych aktuatorach.....	39
4.2. Metoda elementów skończonych (MES) w osiowosymetrycznym układzie współrzędnych	45
4.3. Zastosowanie przekształcenia Melissena–Simkina.....	48
5. Modele polowe badanych aktuatorów o ruchu liniowym	53
5.1. Model silownika synchronicznego z ruchomymi magnesami (PMTLM).....	53
5.2. Model silnika prądu stałego z magnesami nieruchomymi (PMDCTLM)	59
5.3. Weryfikacja pomiarowa parametrów różniczkowych i całkowych pola magnetycznego w silniku z ruchomymi magnesami (PMTLM).....	60
5.4. Weryfikacja pomiarowa parametrów różniczkowych i całkowych pola magnetycznego w silniku z magnesami nieruchomymi (PMDCTLM)	67
6. Modele polowo-obwodowe do analizy stanów dynamicznych aktuatorów	71

6.1.	Model polowo-obwodowy siłownika z ruchomymi magnesami (PMTLM)	71
6.2.	Model polowo-obwodowy silnika z ruchomym uzwojeniem (PMDCTLM).....	76
7.	Modele cieplne aktuatorów.....	83
7.1.	Równania opisujące rozptyw ciepła	83
7.2.	Modele termiczne badanych aktuatorów	86
8.	Obliczenia wariantowe konstrukcji z ruchomymi magnesami umieszczonymi w biegniku (PMTLM)	89
8.1.	Analiza wpływu grubości jarzma stojana na siłę ciągu siłownika	90
8.2.	Analiza zmiany wymiarów magnesów.....	92
8.3.	Zmiana średnicy biegnika przy zachowaniu stałej grubości magnesów i stałej średnicy zewnętrznej stojana	94
8.4.	Zmiana kształtu pierścieni ferromagnetycznych w biegniku	96
8.5.	Magnesy biegnika w układzie quasi-Halbacha.....	97
9.	Własności ruchowe siłownika z magnesami umieszczonymi w biegniku	101
10.	Analiza rozkładu temperatury w siłowniku liniowym tubowym z magnesami trwałymi	105
11.	Obliczenia wariantowe aktuatora z ruchomą cewką (PMDCTLM)	113
11.1.	Zmiana szerokości magnesu i pierścienia ferromagnetycznego.....	113
11.2.	Zmiana promienia wewnętrznego stojana i zewnętrznego magnesów	115
11.3.	Badania wpływu grubości szczeliny powietrznej na siłę magnetyczną.....	118
11.4.	Analiza siły ciągu przy różnej wysokości cewek	121
11.5.	Analiza wpływu szerokości zęba i żłobka stojana na siłę ciągu.....	123
11.6.	Dobór wymiarów geometrycznych na podstawie obliczeń wariantowych	125
12.	Dynamika aktuatorów z ruchomą cewką.....	127
12.1.	Charakterystyki dynamiki aktuatora z małą cewką (model CA1)	127
12.2.	Charakterystyki ruchowe aktuatora z dużą cewką (model CA2).....	131

13. Analiza rozkładu temperatury w silnikach z ruchomymi cewkami.....	137
13.1. Model CA1 silnika PMDCTLM	137
13.2. Model CA2 silnika PMDCTLM	140
13.3. Określenie dopuszczalnej gęstości prądu.....	142
14. Modelowanie silników do badań zmęzeniowych z uwzględnieniem praw podobieństwa elektrodynamicznego.....	147
14.1. Wyznaczenie współczynników i kryteriów podobieństwa dla aktuatorów.....	147
14.2. Obliczenia parametrów elektromagnetycznych oryginału (CA2) oraz modelu w skali (CA1) prototypu silnika PMDCTLM.....	149
15. Wnioski	153
Literatura.....	157
Streszczenia.....	173
Załącznik A	175
Załącznik B	181
Załącznik C	185
Załącznik D	187