

Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń	5
1. Wstęp	9
2. Fizyczne podstawy materiałów magnetycznych	11
2.1. Magnetyzm a budowa atomu	11
2.1.1. Modele atomu	11
2.2. Zjawiska magnetyczne w skali mikroskopowej	19
2.3. Domeny magnetyczne Weissa i ścianki Blocha	24
2.4. Magnetyzm w skali makroskopowej	30
2.4.1. Pętla histerezy	33
3. Anizotropia magnetyczna	38
3.1. Anizotropia magnetokrystaliczna	38
3.2. Anizotropia blachy elektrotechnicznej	46
4. Modelowanie pola elektromagnetycznego	52
4.1. Aspekt historyczny	54
4.2. Modelowanie dwuwymiarowe	57
4.3. Modelowanie trójwymiarowe	60
4.3.1. Elementy węzłowe	66
4.3.2. Elementy krawędziowe	67
4.4. Modelowanie złożonych struktur	71
5. Metody homogenizacji materiałów zblachowanych	100
5.1. Technika homogenizacji w modelowaniu transformatora zapropozowana przez A. De Rochebrune, J.M. Dedulle, J.C. Sabonnadiere	103
5.2. Modelowanie dwuwymiarowych struktur poprzez określenie zastępczej charakterystyki magnesowania	106
5.3. Modelowanie zblachowanych struktur do analizy dwu- wymiarowej pól elektromagnetycznych z uwzględnieniem prądów wirowych	111
5.4. Homogenizacja równania pola	117
5.5. Metoda homogenizacji struktur zblachowanych z uwzględ- nieniem prądów wirowych	126
5.6. Homogenizacja zblachowanych izotropowych struktur do obliczania rozkładu pól i strat w żelazie dla niskich częstotliwości	130

5.7. Homogenizacja blach anizotropowych z uwzględnieniem nieliniowości i wpływu prądów wirowych	135
5.8. Model do obliczania strat w zblachowanym materiale ferromagnetycznym	141
5.9. Obliczanie zastępczej anizotropowej przewodności w zblachowanych strukturach	145
5.10. Nieliniowa homogenizacja magnetycznych materiałów kompozytowych	149
6. Metody pomiarowe	156
6.1. Pomiary blach anizotropowych	165
6.1.1. Aparat Epsteina	165
6.1.2. Pomiar z zastosowaniem pojedynczej blachy	167
6.1.3. Magnetometry	168
6.1.4. Przetworniki wykorzystujące efekt Halla	176
6.1.5. Pomiary z zastosowaniem zjawisk magnetoptycznych [48, 266]	177
6.1.6. Przetworniki magnetorezystancyjne	178
6.1.7. Metody anizometryczne	180
6.2. Pomiary pola w strefie dalekiej	182
6.3. Metody badania struktury krystalicznej materiałów magnetycznych	183
6.3.1. Spektroskopia mionowa	183
7. Charakteryzowanie blachy elektrotechnicznej w kierunku prostopadłym do jej powierzchni	184
7.1. Prezentacja metody	185
7.2. Układ pomiarowy	189
7.3. Pomiar i wyznaczenie charakterystyki próbki w kierunku normalnym	192
7.4. Model polowy	194
8. Zastosowanie metod modelowania pól elektromagnetycznych	223
8.1. Wpływ prądów wirowych na rozkład pola elektromagnetycznego	223
8.2. Modelowanie pola w magnetowodzie transformatora	249
8.3. Charakteryzowanie blach tworzących rdzeń kołowy maszyny zbudowany z blach anizotropowych	262
9. Literatura	271