

Streszczenie rozprawy doktorskiej: *Analiza i badania wybranych metod magnesowania nadprzewodników wysokotemperaturowych*

Autor: mgr inż. Paweł Lasek

Wysokotemperaturowe nadprzewodniki (ang. high-temperature superconductor, HTS) masywne (ang. bulks) mogą służyć jako źródło silnego pola magnetycznego wyższego niż wytwarzane przez magnesy trwałe. Jedną z metod magnesowania nadprzewodników masywnych jest magnesowanie pulsacyjne (pulsed-field magnetisation, PFM) wykorzystujące krótkie impulsy prądowe wygenerowane za pomocą pomp pola.

Badania przedstawione w niniejszej rozprawie doktorskiej skupiają się na analizie pompy pola typu RLC, w szczególności w zakresie wyznaczenia przebiegów zmian prądu i pola magnetycznego wytworzonego przez te pompy. Przeprowadzona analiza literatury przedmiotu wykazała niewielką liczbę badań wpływu szybkości zmian pola magnetycznego na pole magnetyczne zamknięte w nadprzewodniku masywnym, lecz większość badań skupiona jest na zadawaniu pól o większych wartościach.

Metodologia projektowania cewek solenoidalnych przeznaczonych do pomp pola magnetycznego została opracowana i opisana. Metodologia ta pozwala na osiągnięcie pożądanych parametrów pompy tj. wartości szczytowej oraz szybkości zmian wytworzonego pola magnetycznego. Dokonano opracowania uogólnionego opisu matematycznego pompy pola typu RLC przeznaczonej do pracy jedno- i wielo-pulsowej. Analizowany układ pompy został zaprojektowany i skonstruowany w celu weryfikacji eksperymentalnej wpływu gradientu pola w czasie na efektywność procesu magnesowania pulsacyjnego dla trzech zaprojektowanych cewek. Pomiar pola magnetycznego zachowanego w nadprzewodniku masywnym chłodzonym z wykorzystaniem ciekłego azotu w temperaturze 77 K został zrealizowany przy wykorzystaniu siedmiu czujników hallotronowych umieszczonych na powierzchni nadprzewodnika. Umożliwiło to zarejestrowanie zmian pola w stanach przejściowych i w stanie ustalonym.

Opracowany został model numeryczny bazujący na metodzie elementów skończonych (MES) w celu weryfikacji i rozszerzenia uzyskanych danych pomiarowych. Opracowany model matematyczny pompy pola został wykorzystany jako źródło prądu w przygotowanym modelu MES. Zastosowany model pozwolił na uzyskanie danych niedostępnych lub niemierzalnych tj. rozkład gęstości prądu wewnątrz nadprzewodnika, lub straty wytworzonych wewnątrz nadprzewodnika w stanach przejściowych podczas magnesowania.

Wyniki badań eksperymentalnych i numerycznych potwierdziły wzrost zachowanego pola magnetycznego wewnątrz nadprzewodnika wraz ze wzrostem szybkości zmian przyłożonego pola magnetycznego. Uzyskano większe wartości uwięzionego pola magnetycznego wewnątrz nadprzewodnika przy mniejszych wartościach szczytowych przyłożonego pola magnetycznego.

Przeprowadzona analiza umożliwia opracowanie mniejszych, kompaktowych pomp pola magnetycznego, w szczególności pozwala na zmniejszenie rozmiaru cewek magnesujących nadprzewodniki, które wykorzystywane są wewnątrz innych urządzeń jako źródła pola magnetycznego zamiast magnesów trwałych np. silniki elektryczne.