

Zastosowanie taśm nadprzewodnikowych do ograniczania prądów zwarciovych.

Streszczenie. W artykule przedstawione zostaną wyniki badań eksperymentalnych właściwości wysokotemperaturowych taśm nadprzewodnikowych drugiej generacji HTS 2G stosowanych do budowy nadprzewodnikowych ograniczników prądów zwarciovych NOPZ. Pokazane wyniki badań mają duże znaczenie ze względu na możliwość poznania zjawisk zachodzących w taśmie podczas zadziaiania NOPZ i uwzględnienia ich w procesie konstruowania ograniczników.

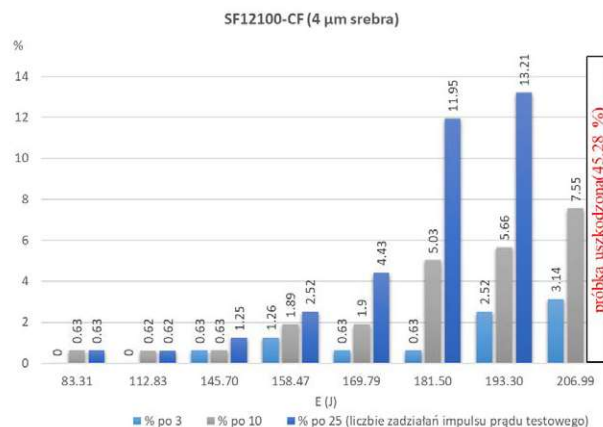
Słowa kluczowe: taśmy nadprzewodnikowe, nadprzewodnikowy ogranicznik prądów zwarciovych.

Wstęp

Nadprzewodnikowe ograniczniki prądu zwarciovego (NOPZ) są urządzeniami służącymi do ochrony obwodu elektrycznego przed prądem udarowym i składową okresową prądu zwarciovego. Nadprzewodnik zainstalowany w NOPZ podczas pracy w warunkach normalnych, pozostający w stanie nadprzewodzącym, posiada zerową impedancję. W chwili wystąpienia zwarcia wartość prądu zwarciovego przekracza wartość prądu krytycznego nadprzewodnika, który wychodzi ze stanu nadprzewodnictwa i przechodzi w stan rezystywny oraz jest w stanie ograniczyć prąd zwarciovym. Do budowy NOPZ stosuje się wysokotemperaturowe taśmy nadprzewodnikowe drugiej generacji (HTS 2G) z nadprzewodnikiem YBCO, który jako materiał ceramiczny wykazuje podatność na uszkodzenia mechaniczne. Ważne jest przeprowadzenie badań oraz analiz pozwalających określić warunki pracy NOPZ, w których taśmy HTS nie ulegałyby uszkodzeniom a ich parametry nie ulegały degradacji.

Badania taśm HTS

Wielokrotne wyprowadzanie taśm ze stanu nadprzewodnictwa spodziewanym prądem zwarciovym może powodować degradację parametrów taśm HTS, zwłaszcza prądu krytycznego I_c . Przeprowadzone badania dotyczyły wielokrotnego wyprowadzenia taśm ze stany nadprzewodnictwa impulsami prądu testowego. Badania przeprowadzono dla taśmy HTS typu SF12100-CF z warstwą srebra o grubości 4 μm i 2 μm o grubszej niż standardowo warstwie podłoża Hastelloy (100 μm), o minimalnych prądach krytycznych 312 A i 281 A.



Rys. 1. Procentowe zmiany wartości prądu krytycznego taśmy HTS Sf12100-CF z 4 μm srebra w wyniku działania impulsami prądu testowego o określonych energiach wydzielanych w taśmie trakcie działania impulsu

Taśmy HTS poddawano działaniu impulsów prądu testowego o czasie trwania 200 ms odpowiadającym wartościom spodziewanego prądu zwarcowego. Badania wykonano dla 8 wartości spodziewanego prądu zwarcowego w zakresie od 675 A do 1170 A. W wyniku przeprowadzonych badań ustalono (między innymi) procentowy spadek wartości prądu krytycznego (rys. 1) oraz wyznaczono dopuszczalną wartość spadków napięć dla taśm HTS, przy której spadek wartości I_c nie występuje lub jest niewielki (poniżej 3%).

Wnioski

Przedstawione wyniki badań wysokotemperaturowej taśm nadprzewodnikowych stosowanych w konstrukcji NOPZ wykazały, że procesy zachodzące w trakcie działania ogranicznika mogą doprowadzić do degradacji taśm i degradacji parametrów a zwłaszcza obniżenia wartości prądu krytycznego. Może to skutkować nieprawidłowym działaniem NOPZ w systemie. Zjawiska cieplne zachodzące w taśmie w stanie rezystywnym mają zasadnicze znaczenie dla współpracy NOPZ z układami automatyki zabezpieczeniowej. Przedstawione zmiany zachodzące w taśmach HTS muszą być uwzględniane przy projektowaniu NOPZ.

Literatura

1. Okakwu J. K., Orukpe P. E. i Ogujor E. A., „Application of Superconducting Fault Current Limiter (SFCL) in Power System: A Review,” European Journal of Engineering Research and Science, pp. vol. 3, no. 7, 2018.
2. Zhu J., Chen S. i Jin Z., „Progress on Second-Generation High-Temperature Superconducting Tape Targeting Resistive Fault Current Limiter Application,” pp. vol. 11, issue 3, 297, 2022.
3. Xu Y., Chen G., Feng T., Cai Z., Yue Y., Ren L., Liang S., Li J., Shi J. i Tang Y., „Experimental Study on the Performance Change of YBCO Tape Under Repeated Overcurrent,” IEEE Transactions on Applied Superconductivity, pp. vol. 30, no. 5, 2020.

Autorzy: mgr inż. Sylwia Hajdasz, Uniwersytet Zielonogórski, ul. Licealna 6, 65-412 Zielona Góra, s.hajdasz@iee.uz.zgora.pl, dr hab. inż. Adam Kempski, Uniwersytet Zielonogórski, ul. Licealna 6, 65-412 Zielona Góra, a.kempski@iee.uz.zgora.pl