

Mgr inż. Adam Gozdowiak  
Katedra Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych  
Wydział Elektryczny  
Politechnika Wrocławska

Wrocław, 06.06.2017 r.

## STRESZCZENIE

### Rozprawa doktorska pt.:

### *Anormalne stany pracy turbogeneratorsa w analizie polowo-obwodowej*

Rozprawa doktorska składa się z ośmiu rozdziałów i wykazu literatury.

Rozdział pierwszy zawiera przegląd problemów badawczych występujących w anormalnych stanach pracy turbogeneratorów oraz cel, zakres i tezę naukową rozprawy. Celem rozprawy jest dokładniejsze zbadanie zjawisk elektromagnetycznych i elektromechanicznych zachodzących we współczesnym turbogeneratorze w trakcie anormalnych stanów jego pracy. Wybrane do analizy stany to utrata pola wzbudzenia turbogeneratorsa, przypadkowe załączenie odstawięnego turbogeneratorsa, nieprawidłowa synchronizacja, podwójne zwarcię doziemne w uzwojeniu wzbudzenia. W kontekście zamierzonych celów sformułowano następującą tezę pracy: *polowo-obwodowa analiza anormalnych stanów pracy turbogeneratorsa pozwala opisać zjawiska elektromagnetyczne i ich skutki zachodzące zarówno w stojanie jak i w trudno dostępnym pomiarowo wirniku i w konsekwencji wskazać najbardziej narażone węzły konstrukcyjne maszyny.*

W rozdziale drugim przedstawiono modele turbogeneratorsa wykorzystane w czasie obliczeń numerycznych. Opisano modele do badania pola magnetycznego, stanów ustalonych pola magnetycznego prądów zmiennych oraz stanów nieustalonych. Ponadto szczegółowo scharakteryzowano model do badania zwarć doziemnych w uzwojeniu wzbudzenia turbogeneratorsa.

Rozdział trzeci jest poświęcony weryfikacji modelu turbogeneratorsa przy wykorzystaniu metody polowo-obwodowej i polowej. Porównano zmierzone i obliczone charakterystyki statyczne oraz przyrównano ze sobą wyznaczone pomiarowo i obliczone wartości stałych czasowych i reaktancji. Zadawałająca zbieżność parametrów charakterystycznych, a w szczególności tych, które opisują zachowanie się maszyny

synchronicznej w stanach dynamicznych pozwoliła na wykorzystanie zbudowanego modelu polowo-obwodowego do badania zachowania się turbogeneratorsa w anormalnych stanach pracy.

W czwartym rozdziale przedstawiono wyniki obliczeń utraty pola wzbudzenia turbogeneratorsa. Obliczenia wykazały, że wykorzystanie wartości strumienia stojana, jako kryterium wykrywania tego anormalnego stanu pracy jest możliwe. Ponadto jest metodą znacznie szybszą od obecnie powszechnie stosowanego kryterium zmiany położenia wektora impedancji widzianej z zacisków twornika. Analiza zjawisk elektromagnetycznych podczas dopuszczalnej pracy asynchronicznej turbogeneratorsa dla obniżonej wartości momentu ( $M=0,4 M_N$  zalecanego podczas celowej pracy asynchronicznej) pokazała, że nie ma ryzyka uszkodzenia elementów konstrukcyjnych na skutek przegrzania lub zbyt dużych sił elektrodynamicznych.

Rozdział piaty zawiera wyniki obliczeń przypadkowego załączenia odstawnego turbogeneratorsa. Zbadano zjawiska zachodzące w trudno dostępnym pomiarowo wirniku oraz wskazano najbardziej narażone na uszkodzenia węzły konstrukcyjne maszyny.

Rozdział szósty poświęcono nieprawidłowej synchronizacji turbogeneratorsa. Wskazano przypadki, w czasie których powstają największe wartości momentów elektromagnetycznych i prądów stojana. Wykazano, że do pełnej oceny naprężeń mechanicznych materiałów wykorzystanych do budowy wirnika i stojana turbogeneratorsa powinna być dokonywana analiza dynamiczna wykorzystująca przebieg momentu w funkcji czasu, który powstał podczas błędnej synchronizacji przy odwrotnej kolejności dwóch faz.

W rozdziale siódmym zawarto wyniki obliczeń podwójnego zwarcia doziemnego w uzwojeniu wzbudzenia. Polowo-obwodowa analiza zjawisk elektromagnetycznych wykazała zagrożenie dla pracy turbogeneratorsa ze względu na prąd zwarciovyy osiągnający wartości kilkadziesiąt razy większą od znamionowego prądu wzbudzenia. Zwarcia doziemne w uzwojeniu wzbudzenia zniekształcają pole magnetyczne w szczeliny turbogeneratorsa powodując zniekształcenie przebiegu siły elektromotorycznej (wzrasta trzecia harmoniczna) i prądu stojana (wzrasta druga harmoniczna). Wskazano, że druga harmoniczna zniekształconego prądu stojana może pełnić rolę wzorca diagnostycznego podwójnego zwarcia doziemnego.

W rozdziale ósmym zamieszczono podsumowanie i ogólne wnioski wynikające z realizacji pracy.

Adam Gordowicki