

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

WYDZIAŁ AUTOMATYKI, ROBOTYKI I ELEKTROTECHNIKI



STRESZCZENIE PRACY DOKTORSKIEJ

**WPLYW POWŁOK DIELEKTRYCZNYCH
NA POWIERZCHNIACH ELEKTROD
NA WYTRZYMAŁOŚĆ ELEKTRYCZNĄ GAZOWYCH
UKŁADÓW IZOLACYJNYCH**

MGR INŻ. SEBASTIAN ZAKRZEWSKI

PROMOTOR:

PROF. DR HAB. INŻ. WŁADYSŁAW OPYDO

POZNAŃ, 2022 r.

STRESZCZENIE

Wpływ powłok dielektrycznych na powierzchniach elektrod na wytrzymałość elektryczną gazowych układów izolacyjnych

Praca doktorska podejmuje problematykę właściwości elektrycznych gazowych układów izolacyjnych. Rozprawa dotyczy badań wpływu obecności powłok dielektrycznych na powierzchniach elektrod aluminiowych i dodatkowego ich nasycenia (uszczelnienia) na wytrzymałość elektryczną układów izolacyjnych z powietrzem oraz sześćofluorkiem siarki (SF₆) przy napięciu przemiennym o częstotliwości 50 Hz. Dla realizacji celu głównego, badania przeprowadzono przy ciśnieniu gazu o wartościach $1 \cdot 10^5$ Pa, $3 \cdot 10^5$ Pa i $5 \cdot 10^5$ Pa.

Osiągnięcie zakładanych w pracy celów było możliwe dzięki przeprowadzeniu systematycznego przeglądu literatury oraz badań eksperymentalnych. Na potrzeby realizowanych założeń badawczych zaprojektowano i wykonano stanowisko badawcze, które umożliwiło osiągnięcie celów pracy.

Stwierdzono, że pokrycie powierzchni elektrod warstwą tlenku aluminium układów izolacyjnych z SF₆ powodowało zwiększenie wytrzymałości elektrycznej badanych układów, w zależności od ciśnienia gazu, od 10% do blisko 70%. Do wyznaczenia parametrów równania doświadczalnego opisującego zależności matematyczne wytrzymałości elektrycznej badanych układów od ciśnienia, a także statystyczne opracowanie wyników eksperymentów zastosowano programy komputerowe Statistica oraz Matlab.

W pracy dokonano analizę wpływu obecności zastosowanych powłok na parametry sygnałów emisji akustycznej (EA) towarzyszących wyładowaniom niezupełnym (wnz). Przeprowadzone analizy wykazały wpływ dodatkowych powłok na zarejestrowane sygnały EA, a więc pośrednio na wnz. Wyniki powyższych analiz pozwalają stwierdzić, że zastosowanie dodatkowych powłok dielektrycznych podnosi parametry użytkowe układu izolacyjnego.

Dodatkowo, kierując się doniesieniami literaturowymi, zmiany konfiguracji powierzchni elektrod układów izolacyjnych występujące w wyniku przeskoków badano skaningowym laserowym mikroskopem konfokalnym.

Struktura pracy jest następująca.

Pierwsze dwa rozdziały przedstawiają wyniki systematycznego przeglądu literatury. Przedstawiono właściwości gazowych układów izolacyjnych. Omówiono wpływ czynników fizycznych na wytrzymałość gazowych układów izolacyjnych oraz przedstawiono przegląd mechanizmów inicjowania i rozwój przeskoku elektrycznego w gazach. W końcowej części rozdziału omówiono metody badań stanu izolacji stałej w gazach.

W rozdziale trzecim przedstawiono cel, tezę i zakres pracy doktorskiej.

Rozdział czwarty prezentuje informacje na temat zaprojektowanego i zbudowanego dla potrzeb pracy badawczej stanowiska pomiarowego oraz zastosowanej metody badawczej, natomiast piąty przedstawia omówienie badań wstępnych oraz badań wytrzymałości elektrycznej izolacyjnych z elektrodami pokrytymi powłokami dielektrycznymi będącymi tematem pracy oraz dodatkowo wyniki badań mechanizmu inicjowania przeskoku w układach izolacyjnych z dielektrykiem na elektrodach, na podstawie analizy wyładowań niezupełnych.

Pracę kończy rozdział szósty, który zawiera wnioski sformułowane w toku przeglądu literatury oraz badań eksperymentalnych oraz analizy uzyskanych wyników. Uzupełnienie pracy stanowi bibliografia.

Uzyskane w ramach pracy doktorskiej wyniki znacząco rozszerzają wiedzę o wpływie obecności powłok dielektrycznych na powierzchniach elektrod aluminiowych oraz dodatkowego ich nasycenia i wykraczają poza stan wiedzy zawarty w literaturze.

Słowa kluczowe: gazowe układy izolacyjne, wyładowania niezupełne, emisja akustyczna, powłoki dielektryczne, wytrzymałość elektryczna

ABSTRACT

The influence of dielectric coatings applied on the surface of electrodes on the electric strength of Gas Insulation Systems

The purpose of this dissertation is to present the issue of electrical properties of Gas Insulation Systems. Its focus is the study of the influence of dielectric coatings applied on the surface of aluminium electrodes and their additional saturation (sealing) on the electric strength of insulation systems with air and Sulphur Hexafluoride (SF_6) at an Alternating Voltage frequency of 50 Hz. In order to achieve the main objective, various tests were conducted at the following levels of gas pressure: $1 \cdot 10^5$ Pa, $3 \cdot 10^5$ Pa and $5 \cdot 10^5$ Pa.

Achieving the goals of the dissertation involved systematic review of available literature and experimental research. For the purpose of assumptions of the study a test station was designed and constructed, which made it possible to achieve objectives of the dissertation.

It was found that by applying the layer of aluminium oxide over the surface of electrodes of insulating systems with SF_6 resulted in the increase of the electric strength of tested systems by 10% to nearly 70%, depending on the gas pressure. The parameters of the experimental equation describing the mathematical dependence of the electric strength of the tested system on the pressure were determined with the use of the Statistica and Matlab programs, which were also helpful in statistical determination of the results of the experimental study.

The thesis also includes analysis of the influence of the coatings in used on the parameters of acoustic emission signals accompanying Partial Discharges (PD).

Thanks to the conducted analyses it was found that additional coatings indeed have influence on the registered EA signals, and therefore indirectly on Partial Discharges. Because of the results of the aforementioned analyses it can be concluded that the use of additional dielectric coatings improves performance parameters of the insulation system.

Additionally, by following conclusions presented in literature, the changes in the electrode surface configuration of the insulation systems that occur due to flashovers were analysed with the use of a confocal laser scanning microscope.

The PhD thesis structure is as follows.

The first two chapters present the results of systematic review of literature.

Properties of the gas insulation systems are described there. The impact of physical factors on the strength of Gas Insulated Systems is also presented. The chapters also include the overview of the mechanisms for initiation and development of the electric flashover in gases. In the final section of the chapter the methods of testing the state of solid insulation in gases is discussed.

Chapter 3 describe the objective, the thesis assumptions and the scope of this doctoral dissertation.

Chapter 4 contains information on the test station that was designed and constructed for the purpose of the research work, as well as on used test method. Chapter 5 contains the discussion of the preliminary tests as well the tests of electric strength of insulation systems with the electrodes covered with dielectric coatings that the paper is devoted to. Additionally, the results of study of flashover initiation mechanism in the insulation systems with the dielectric coatings on the electrodes on the basis of the PD analysis.

The end of the dissertation, i.e. chapter 6 contains conclusions formed after the review of literature and experimental study as well as due to the analysis of obtained results.

The dissertation is complemented by the bibliography.

The obtained results as part of the doctoral dissertation significantly increase knowledge regarding the influence of the presence of dielectric coatings on the surface of electrodes and their additional saturation, which definitely go beyond and enrich the knowledge found in the literature.

Key words: gas insulation systems, partial discharges, acoustic emission, dielectric coatings, electric strength