

Verhalten zyklisch betauter Silikonoberflächen bei elektrischer Beanspruchung

Tobias Braunsberger

Tag der mündlichen Prüfung: 08.03.2007

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Roland Bärsch / Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dieter Kind

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Verhalten hydrophober Silikonoberflächen, die zyklisch betaut und gleichzeitig elektrisch beansprucht werden. Solche Oberflächen gibt es bei Hochspannungsverbundisolatoren im Freiluftbereich, deren Entwicklung aufgezeigt wird. Die chemischen Eigenschaften von Silikonen werden vorgestellt und das Phänomen Hydrophobie wird erklärt. Reversible und irreversible Oberflächenprozesse werden beschrieben, die zum Verlust der Hydrophobie, aber auch zu deren Wiederkehr führen. Die in der Literatur zu findenden Theorien für den Transfer, den Verlust und die Wiederkehr der Hydrophobie werden dargestellt. Nach der Übersicht der verschiedenen Phasen der Alterung und Schädigung von Verbundisolatoren werden bestehende Prüfverfahren für Bauart- und Materialprüfungen angegeben. Diese Arbeit enthält im weiteren die Beschreibung experimenteller Untersuchungen, wobei zunächst die verwendeten Methoden, Verfahren und Geräte vorgestellt werden. Durch die Variation der Temperatur in einer Klimakammer wird der Betauvorgang nachgebildet, ohne Manipulationen am Prüfling wie aktive Kühlung vorzunehmen. Die in den Versuchen ermittelten Werte der Einsetzfeldstärke für Wassertropfenkorona werden mit den Werten anderer Autoren verglichen und weisen eine sehr gute Übereinstimmung auf. Die Entwicklung der Hydrophobie bei zyklischer Belastung mit Wassertropfenkorona wird durch Bewertung des Tropfenbildes bzw. Messung des Randwinkels beobachtet. An die Darstellung der Ergebnisse für Konfigurationen mit Feldbelastung senkrecht oder tangential zur untersuchten Oberfläche schließt sich eine Modellbildung zu den Entladungsvorgängen in Tropfenschichten an. Ausgehend von der beobachteten Verformung der Tropfen wird eine Feldüberhöhung berechnet, die die Bedingung des Streamer-Mechanismus erfüllt.

Performance of silicone rubber surfaces subjected to electric stress and cyclic condensation

The present work deals with the behaviour of hydrophobic silicone surfaces which are subjected to cyclic condensation and at the same time stressed electrically. These types of surfaces are present at outdoor high voltage non-ceramic insulators whose development is outlined. The chemical qualities of silicones are introduced and the phenomenon hydrophobicity is explained. Reversible and irreversible surface processes are described which lead to the loss of the hydrophobicity, but also to its recovery. The theories to be found in the literature for the transfer, the loss and the recovery of the hydrophobicity are shown. After an overview of the different phases of ageing and damage of non-ceramic insulators, existing testing methods are given for design check and material testings. This work contains the description of experimental investigations. At first, the used methods, procedures and devices are introduced. By varying the temperature in a climate chamber, the process of condensation is initiated without carrying out manipulations in the samples like active cooling. The experimentally gained values for the onset field strength of water drop corona are compared to the values published by other authors and show a very good correspondence. The development of hydrophobicity with cyclic water drop corona is observed by assessment of the drop picture or measurement of the contact angle. Modelling the discharge processes in

drop layers joins the representation of the results for configurations with field stress in vertical or tangential direction to the examined surface. Considering the observed distortion of the drops, a field intensification which meets the condition of the streamer mechanism is calculated.