

Elektrisches Verhalten der Windungsisolierung von Niederspannungsmaschinen bei Speisung durch Pulsumrichter

| | |
|---|-----------|
| Abstract, Übersicht | |
| 1 Einleitung und Problematik | 1 |
| 2 Gegenwärtiger Stand der Erkenntnisse | 3 |
| 2.1 Aufbau der Wicklungsisolierung | 3 |
| 2.2 Beanspruchung und Lebensdauer der Wicklungsisolierung bei Netzbetrieb | 4 |
| 2.3 Prinzip der Speisung durch Pulsumrichter | 10 |
| 2.4 Ausbreitung von Spannungswellen auf Leitungen und in Wicklungen | 11 |
| 3 Aufgabenstellung | 17 |
| 4 Elektrische Belastung der Wicklungsisolierung bei Speisung durch Pulsumrichter | 18 |
| 4.1 Versuchstechnik | 18 |
| 4.2 Spannung an den Motorklemmen | 19 |
| 4.3 Belastung der Windungsisolierung | 24 |
| 4.3.1 Spannungsverteilung bei Simulationsmessungen | 25 |
| 4.3.2 Spannungsverteilung bei Messungen an einem Antriebssystem | 27 |
| 4.4 Vergleich mit der elektrischen Belastung der Isolierung bei Netzbetrieb | 28 |
| 5 Durchführung der Versuche zur elektrischen Alterung | 30 |
| 5.1 Modellprüfkörper | 30 |
| 5.2 Versuchsauswertung | 33 |
| 5.3 Spannungsgeneratoren | 34 |
| 5.4 Teilentladungsmeßsystem | 36 |
| 6 Durchschlagmechanismus bei Belastung mit Impulsspannung | 38 |
| 6.1 Ausfall- und Teilentladungsverhalten | 38 |
| 6.2 Elektrische Beanspruchung und Festigkeit der Luftstrecken im Zwickel | 44 |
| 6.3 Wirkungen und Ursachen akkumulierter Oberflächenladungen | 49 |
| 6.3.1 Aufladungsprozesse | 51 |
| 6.3.2 Vergleich zwischen alternierender und unipolarer Belastung | 53 |
| 6.3.3 Entladungsmechanismus bei Belastung mit Impulsfolgen | 57 |
| 6.4 Durchschlagmechanismus der hohlraumfreien Windungsisolierung | 58 |
| 7 Einflußgrößen auf die Geschwindigkeit der elektrischen Alterung | 60 |
| 7.1 Spannungsverlauf | 60 |
| 7.1.1 Impulsfolgefrequenz | 60 |
| 7.1.2 Impulsform | 62 |
| 7.1.3 Sinusförmige Wechselspannung und oszillierende Umrichterspannung | 67 |
| 7.2 Leiterdurchmesser und Isolierstoffdicke | 71 |
| 7.2.1 Teilentladungsverhalten | 71 |
| 7.2.2 Ausfallverhalten | 75 |
| 7.3 Temperatur | 77 |
| 8 Methode zur Bestimmung von Grenzwerten der elektrischen Belastung | 80 |
| 8.1 Messungen am Modell der Isolierung | 81 |
| 8.2 Berücksichtigung der Fertigungstechnologie von Maschinenwicklungen | 82 |
| 8.3 Grenzwerte der Spannung an den Motorklemmen | 83 |
| 9 Zusammenfassung | 86 |
| Verwendete Formelzeichen | 91 |
| Literaturverzeichnis | 94 |