

Diagnose von Mikrobürstenfeuer bei Reibkontaktierung von Graphit/Graphit-Bürsten/Schleifringssystemen

DFG - HO 1483/54-1, 2009 - 2012

DFG - HO 1483/54-2, 2012 - 2014

DFG - HO 1483/54-3, 2015 - 2018

Kurzfassung:

Die in der Windbranche dominierenden Asynchron-Schleifringläufermaschinen haben mit den Bürsten-Schleifringkontakten zur Stromübertragung auf den Rotor verschleißbehaftete Komponenten, für die derzeit Standzeiten von einem Jahr gefordert werden. Die Forderung nach höheren Standzeiten bis zu 5 Jahren wird sich durch die zukünftige off-shore Anwendung stellen und könnte sich durch Graphit-Graphit-Gleitkontakte erfüllen lassen. Den Verschleißmechanismen, die durch das komplexe Zusammenwirken von mechanischer und elektrischer Beanspruchung entstehen, gehen meist sogenannte Mikrobürstenfeuer voraus, die zu einem frühzeitigen Ausfall des Schleifringsystems beitragen. Im Forschungsvorhaben sollen deshalb grundlegende theoretische Erkenntnisse zur Entstehung und Entwicklung von Mikro- zu Makrobürstenfeuern an Schleifringssystemen gewonnen werden. Die Berechnungen sollen wegen der komplexen Beanspruchungen ausgehend von grundsätzlichen Feldmodellen zu gekoppelten FEM-Simulationen geführt werden. Durch Auswertung der theoretischen Ergebnisse und Vergleich mit praktischen Messungen an einem Laborversuchsstand sollen basierend auf on-line arbeitenden Verhaltensmodellen die Voraussetzungen für den Einstieg in ein kostengünstiges Monitoring durch vorausbestimmbare Restnutzungsdauern von verschleißbehafteten Bauteilen geschaffen werden.

Zusammenfassung:

Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurde mit einem vereinfachten 2,5D-Strömungsmodell die hydrodynamische Kraft F_{HD} im Kontaktsystem Schleifring-Bürste einer elektrischen Maschine in Abhängigkeit von der Druckfingerkraft F_D , der Spaltweite δ , dem Kippwinkel α_K und der Umfangsgeschwindigkeit v_s untersucht. Es erfolgte eine Vergleichsrechnung mit einem 3D-Modell.

Es wurde festgestellt, dass die hydrodynamische Kraftwirkung für den Reibungszustand entscheidend ist. Zur Berechnung der Reibkoeffizienten μ wurden zusätzlich experimentelle Werte zur Erfassung der Beschleunigungskraft F_B und der elektrodynamischen Kraft F_A verwendet, die jedoch beide nur einen geringen Einfluss auf die Kontaktkraft F_K haben. Die Berechnungsergebnisse konnten unter Verwendung experimenteller Werte zur Diagnose des Bürstenfeuers verifiziert werden. Es ist davon auszugehen, dass Druckfingerkräfte $F_D < 1$ N bei Spaltweiten δ im Bereich der Wandrauigkeit $R \approx 5$ μm einen hydrodynamischen Reibungszustand verursachen und es zum Anstieg des elektrischen Verschleißes durch Makrobürstenfeuer kommt. Im Hinblick auf die Minimierung des Gesamtverschleißes ist eine elasto-hydrodynamische Schmierung anzustreben und anhand der vorliegenden Ergebnisse wird für das untersuchte Kontaktsystem im Drehzahlbereich bis 1500 min^{-1} eine Druckfingerkraft F_D von ca. 3 N empfohlen.

Ein Zusammenhang zur Abhängigkeit der Spaltweite δ von der Druckfingerkraft F_D und der Umfangsgeschwindigkeit des Schleifringes v_s konnte aus den vorliegenden Ergebnissen bisher nicht abgeleitet werden. Diesbezüglich liefern bekannte Beziehungen der Literatur ebenfalls keine plausiblen Ergebnisse für den Anwendungsfall in Bezug auf die erwarteten Wandrauigkeiten.
