

Kaiserslauterer Beiträge zur Antriebstechnik

Band 6

Bernd Löhlein

**Entwurf und Optimierung von hochtourigen
permanentmagneterregten Synchronmotoren
in SMC-Technologie**

D 386 (Diss. Technische Universität Kaiserslautern)

Shaker Verlag
Aachen 2012

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Kaiserslautern, TU, Diss., 2012

Copyright Shaker Verlag 2012

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1412-9

ISSN 1866-5357

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Kurzfassung zur Dissertation

Hochtourige Antriebe im Leistungsbereich von 50 bis 100 W, zum Beispiel für Einzelspulantriebe in der Textiltechnik, gewinnen zunehmend an Bedeutung und lösen die bisher eingesetzten mechanisch gekoppelten Systeme mit Königswelle zunehmend ab. Wegen der zusätzlich gewünschten hohen Energieeffizienz bietet sich der feldorientiert betriebene permanentmagneterregte Synchronmotor (PM Synchronmotor) an, bei dem basierend auf dem Funktionsprinzip die Eisenverluste mit der Drehzahl störend ansteigen. Hochwertige Elektrobleche könnten diesem Effekt entgegenwirken. Der Einsatz höherwertiger Blechqualitäten ist jedoch immer mit einem entsprechenden Kostenfaktor verbunden. Auch wenn sich die Fertigungskosten durch die Ausführung des Ständers in Zahnspulentechnik senken lassen, so stellt sich doch die Frage nach alternativen Aktivteilkonzepten. Diese sollen eine einfachere Fertigung, geringere Verluste bei höheren Drehzahlen, eventuell höhere Drehmomentdichten und zudem geringere Kosten ermöglichen.

Eine Alternative zum gängigen Blechpaketkonzept für den Ständer ist die Verwendung von SMC-Materialien („soft magnetic composites“), deren positive Eigenschaften sich besonders bei hohen Drehzahlen vorteilhaft bemerkbar machen. Diese Pulververbundwerkstoffe bilden eine eigene Gruppe weichmagnetischer Werkstoffe und unterscheiden sich sowohl in ihrem Aufbau und ihrer Verarbeitung als auch in ihren elektromagnetischen und thermischen Eigenschaften grundlegend von geschichteten und gegeneinander isolierten Elektroblechen, wie sie im klassischen Elektromotorenbau zum Einsatz kommen.

Die Zielsetzung dieser Arbeit ist die Entwicklung von neuartigen Fertigungskonzepten und mathematischen Berechnungsmodellen für das stationäre Betriebsverhalten hochtouriger PM Synchronmotoren unter Verwendung von SMC-Materialien als Statoraktivteilmaterialien. Exemplarisch wurde als hochtourige Anwendung eine Textilspindelapplikation ausgewählt, um die erarbeiteten Konzepte zu veranschaulichen und die Berechnungsergebnisse durch Messungen praktisch zu verifizieren.

Basis für die Entwicklung neuer Ständerkonzepte ist zunächst die genaue Kenntnis der Materialeigenschaften am Markt verfügbarer weichmagnetischer Pulververbundwerkstoffe. Die magnetischen Kennwerte sowie die spezifischen Eisenverluste werden experimentell unter Berücksichtigung der Formteilebearbeitungsverfahren ermittelt. Es werden die drei Ständerkonzepte „Aufrollständer“, „Jochrohr mit Luftspaltwicklung“ und „Blisterständer“ vorgestellt. Bei allen Konzepten kommt die Zahnspulentechnik zum Einsatz. Grundlage für einen optimierten Entwurf ist die Modellierung und Simulation des stationären Betriebsverhaltens. Für die experimentelle Erprobung einzelner Konzepte wird ein Funktionsmuster-Baukasten erstellt, bei dem Ständer- und Läuferkomponenten wechselseitig getauscht werden können. Die Auslegung des Funktionsmuster-Baukastens erfolgte am Beispiel der Spezifikation einer hochtourigen Textilspindel. Auf der Grundlage von Parameterstudien werden die Aktivteile ausgelegt. Als Optimierungs-Zielfunktion dient das Produkt aus thermisch zulässigem Drehmoment und Wirkungsgrad bei der festgelegten Bemessungsdrehzahl.

Die gefertigten Funktionsmuster entsprechen etwa der Baugröße 36 und sind für den Drehzahlstellbereich von 10.000 bis 30.000 min^{-1} ausgelegt. Die Versuchsergebnisse werden im direkten Vergleich zur Simulation diskutiert. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass die Simulationen auf Basis der erarbeiteten Berechnungsmodelle praxistauglich sind. Die hochgesteckte Spezifikation kann bei der Verwendung von SMC-Werkstoffen für den Drehfeldständer erfüllt werden.