Forschungsberichte Mechatronik & Maschinenakustik

Norman Butzek

Modellbasierte Verfahren zur online Fehlerdiagnose an einer Kreiselpumpe in aktiven Magnetlagern

D 17 (Diss. TU Darmstadt)

Shaker Verlag
Aachen 2009

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.: Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2009

Copyright Shaker Verlag 2009
Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8363-6
ISSN 1616-5470

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

Modellbasierte Verfahren zur online Fehlerdiagnose an einer Kreiselpumpe in aktiven Magnetlagern

-

Dipl.-Ing. Norman Butzek

In vielen Bereichen der modernen Technik werden Fluidfördersysteme bei jährlich steigender Nachfrage eingesetzt. Die anhaltende Forderung nach Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit seitens der Betreiber führt zu dem Wunsch nach zusätzlichen Funktionen zur Überwachung, Regelung und Kommunikation. Um diese Forderungen zu erfüllen, werden in den letzten Jahren verstärkt mechatronische Komponenten in Fluidfördersysteme integriert. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf die Überwachung einer Kreiselpumpe in aktiven Magnetlagern. Dazu werden Verfahren zur online Fehlererkennung und -diagnose vorgestellt, die unabhängig vom Betrieb der Pumpe arbeiten und daher während des laufenden Betriebs ausgeführt werden können. Zur Realisierung finden die durch die aktiven Magnetlager bereits vorhandenen mechatronischen Komponenten Verwendung, was zusätzliche Bauteilkosten und damit verbundene Fehlerquellen vermeidet.

Viele an Kreiselpumpen auftretende Fehler führen zu charakteristischen Veränderungen der Schwingungseigenschaften des Pumpenläufers, durch deren Analyse auf mögliche Fehler rückgeschlossen werden kann. Dazu werden Testkräfte mittels der aktiven Magnetlager auf den Pumpenläufer aufgeprägt und dessen Schwingungen gemessen. Da auf diese Art sowohl Ein- und Ausgänge des Systems zur Verfügung stehen, wird ein modellbasierter Ansatz zur Fehlererkennung und -diagnose gewählt. Dieser ist dadurch charakterisiert, dass das rotordynamische Verhalten des elastischen Pumpenläufers betrachtet wird, wodurch er sich von den in der Literatur beschriebenen Forschungsarbeiten zu dem Thema unterscheidet.

Ein in der Literatur beschriebener Ansatz, der die modalen Parameter als Merkmale verwendet, wird in der vorliegenden Arbeit im Bezug auf Robustheit und Messdauer verbessert. Um den großen Aufwand, der mit einer präzisen Modellierung verbunden ist zu vermeiden, werden die zur Klassifikation der Betriebszustände benötigten modalen Parameter darüber hinaus auf experimentellem Weg bestimmt. Aus der statistischen Auswertung der Experimente erfolgt die Erstellung von Vertrauensbereiche anhand derer die Fehlererkennung und -diagnose gelingt. Alternativ wird ein Parameterschätzverfahren beschrieben, bei dem komplexe Übertragungsfaktoren des rotordynamischen Systems die Merkmale bilden. Es zeichnet sich durch den deutlich geringeren Bedarf an Rechenleistung gegenüber dem zuvor genannten Verfahren aus. Dies ermöglicht eine höhere Wiederholrate des Verfahrens, wodurch schnell auf Fehler reagiert werden kann. Die Kennwerte der Vertrauensbereiche, die zur Fehlererkennung und -diagnose verwendet werden, entstehen erneut auf experimentellem Weg.

Einen weiteren Schwerpunkt der Arbeit bildet der Einsatz von Paritätsgleichungen. Hierzu wird ein Modell des rotordynamischen Systems, das den Referenzzustand abbildet, parallel zum Betrieb der Anlage simuliert. Die Merkmalbildung auf Basis des Ausgangsfehlers zwischen Modell und Prozess erfolgt durch zwei alternative Methoden, mittels derer die Fehlererkennung gelingt. Zur Fehlerdiagnose wird das Verfahren durch eine Bank aus Modellen erweitert, wobei jedes Modell einen Fehlerzustand repräsentiert.