

Simulation des Rotor-Stator-Kontaktes im Wälzlager und seine Implikation auf das Rotorverhalten

Robert Hoffmann¹ Piotr Kalinowski² Robert Liebich³

¹ Fachgebiet Konstruktion und Produktzuverlässigkeit, TU Berlin, Deutschland, robert.hoffmann@tu-berlin.de

² Fachgebiet Konstruktion und Produktzuverlässigkeit, TU Berlin, Deutschland, piotr.kalinowski@tu-berlin.de

³ Fachgebiet Konstruktion und Produktzuverlässigkeit, TU Berlin, Deutschland, robert.liebich@tu-berlin.de

Kurzfassung

Eine nicht sachgemäße Auslegung der Wälzlagerung bzw. ein Nichteinhalten von Einbautoleranzen können zu unerwünschten Effekten führen, die die Laufruhe des Rotors stark beeinträchtigen. Insbesondere ein zu großes Spiel im Wälzlager sowie an seinen Schnittstellen zum Rotor und zum Gehäuse, macht sich im Betrieb bemerkbar, indem es zu exzessiven Vibrationen kommt, deren Ursprung im Rotor-Stator-Kontakt liegt. Da ein erhöhter Schwingungslevel negative Auswirkungen auf die Lebensdauer der Rotorkomponenten hat, ist es von großer Wichtigkeit, die Ursachen der unerwünschten Schwingungen zuverlässig zu diagnostizieren und dann passende Gegenmaßnahmen einzuleiten. Ziel dieses Beitrages ist die Untersuchung des Rotor-Stator-Kontaktes im spielbehafteten Wälzlager, sowie seiner Auswirkungen auf das Rotorverhalten. Dafür werden numerische Simulationen durchgeführt, die das von Kalinowski und van Bargaen entwickelte Simulationsprogramm zur transienten Analyse von Mehrscheibenrotoren verwenden. Das in [5] präsentierte Modell des Wälzlagers wird folglich durch ein Kontaktmodell, basierend auf der Hertz'schen-Pressung, erweitert und erprobt. Die erhaltenen Simulationsergebnisse sind anschließend, zwecks Validierung, den an einem Rotorprüfstand gewonnenen Messwerten gegenüber zu stellen. Nach der Validierung des numerischen Modells werden Studien durchgeführt, die den Einfluss einer axialen Wälzlager Vorspannung im Hinblick auf das Schwingungsverhalten untersuchen.

Symbolliste

| | | | | | |
|--------------|------------------------|--------------------|------------------------|---------------------|---------------------------|
| \mathbf{u} | Verschiebungsvektor | $\dot{\mathbf{u}}$ | Geschwindigkeitsvektor | $\ddot{\mathbf{u}}$ | Beschleunigungsvektor |
| \mathbf{D} | Dämpfungsmatrix | \mathbf{G} | Gyroskopiematrix | \mathbf{M} | Massenmatrix |
| \mathbf{K} | Steifigkeitsmatrize | \mathbf{p} | Störfunktionsvektor | Δ | Lagerspalt |
| N_B | Wälzkörperanzahl | δ | Wellenzapfenauslenkung | r | Radius |
| t | Zeit | K_k | Kontaktsteifigkeit | Φ | Winkelablage im Wälzlager |
| α | Kontaktwinkel | F_K | Kontaktkraft | f | Frequenz |
| k | Kontaktexponent | u | axiale Verschiebung | v | horizontale Verschiebung |
| w | vertikale Verschiebung | ϕ | Verdrehung | ψ | Verdrehung |

1 Einleitung

Wälzgelagerte Rotorstrukturen, wie die von modernen Luftfahrtantrieben, unterliegen hohen Sicherheitsanforderungen. Schaufelverluste führen zu Schwingungserhöhungen, die die Lebensdauer und Produktzuverlässigkeit solcher Antriebe maßgeblich beeinflussen. In der Vergangenheit wurde das Gesamttriebwerksverhalten durch