

50. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium

September, 19-23, 2005

**Maschinenbau
von Makro bis Nano /
Mechanical Engineering
from Macro to Nano**

Proceedings

Fakultät für Maschinenbau /
Faculty of Mechanical Engineering

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

Impressum

- Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Scharff
- Redaktion: Referat Marketing und Studentische Angelegenheiten
Andrea Schneider
- Fakultät für Maschinenbau
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Kurtz,
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. med. (habil.) Hartmut Witte,
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Linß,
Dr.-Ing. Beate Schlütter, Dipl.-Biol. Danja Voges,
Dipl.-Ing. Jörg Mämpel, Dipl.-Ing. Susanne Töpfer,
Dipl.-Ing. Silke Stauche
- Redaktionsschluss: 31. August 2005
(CD-Rom-Ausgabe)
- Technische Realisierung: Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau
(CD-Rom-Ausgabe) Dipl.-Ing. Christian Weigel
Dipl.-Ing. Helge Drumm
Dipl.-Ing. Marco Albrecht
- Technische Realisierung: Universitätsbibliothek Ilmenau
(Online-Ausgabe) [ilmedia](#)
Postfach 10 05 65
98684 Ilmenau
- Verlag:  Verlag ISLE, Betriebsstätte des ISLE e.V.
Werner-von-Siemens-Str. 16
98693 Ilmenau

© Technische Universität Ilmenau (Thür.) 2005

Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

ISBN (Druckausgabe): 3-932633-98-9 (978-3-932633-98-0)
ISBN (CD-Rom-Ausgabe): 3-932633-99-7 (978-3-932633-99-7)

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

Dipl.-Ing. T. Wittkopp / Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Schorcht

Analyse dynamisch hoch beanspruchter Schraubendruckfedern mittels Mehrkörpersimulation

ABSTRACT

This paper introduces a newly developed model for the dynamic multi body simulation of helical compression springs. It allows the non linear, three-dimensional examination of dynamic load cases including impact simulation. The results show excellent correlation compared to measured data.

EINLEITUNG

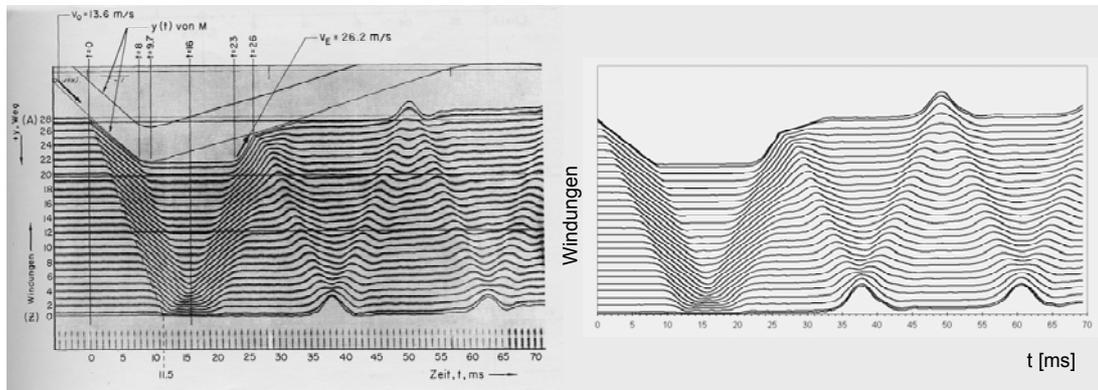
Das üblicherweise verwendete Formelwerk zur Berechnung von Schraubendruckfedern [1] basiert auf zahlreichen Vereinfachungen [2]. Dynamische Lastfälle und insbesondere Stoßvorgänge sind nicht zu erfassen. Schraubenfedern reagieren auf eine stoßartige Anregung jedoch mit deutlichen Eigenschwingungen, die zudem stets räumlich ausgeprägt sind. Daher wird der dynamische Betrieb wesentlich durch Kontaktvorgänge zwischen den Windungen (Windungsschlagen) und zwischen der Feder und benachbarten Bauteilen (Abheben der Federenden, seitlicher Kontakt usw.) gekennzeichnet. Der damit verbundene Verschleiß beeinflusst die Federeigenschaften und beeinträchtigt so die Funktionssicherheit der gesamten Baugruppe. Darüber hinaus wird die Lebensdauer aller betreffenden Bauteile erheblich reduziert.

Zur Lösung dieser Probleme auf rechnerischem Wege sind nur numerische Modelle zielführend. Dabei bieten Mehrkörpersysteme (MKS) Vorteile bei der geforderten Berechnung der dynamischen Eigenschaften gegenüber der Finite Elemente Methode (FEM). Ein solches MKS-Simulationsmodell wird in [3] vorgestellt. Dessen Eignung zur Simulation des hochdynamischen Betriebs von Schraubendruckfedern wird am Beispiel der Stoßbelastung demonstriert.

SIMULATION DER STOSSBELASTUNG VON SCHRAUBENDRUCKFEDERN

Für eine Beispielfeder werden in den sechziger Jahren von Maier [4] die in Bild 1a abgebildeten Windungsbewegungen messtechnisch ermittelt. Die Simulationsergebnisse des MKS-Modells zeigt Bild 1b. In beiden Abbildungen erfolgt die Darstellung der Simulationsergebnisse in Form der Längsverschiebung von Windungspunkten als Funktion der Zeit. Dabei wird jede Windung durch

eine Kurve repräsentiert, deren Steigung von der Längsgeschwindigkeit der Windung abhängig ist. Aus Bild 1 ergibt sich eine sehr gute Übereinstimmung von Simulations- und Messergebnissen, die durch die von Maier vorgestellte Wanderwellentheorie zusätzlich gestützt wird.



a) Experiment von Maier [4]

b) MKS-Simulation [3]

Bild 1: Längsbewegung von Windungspunkten nach stossartiger Anregung

In Bild 1 sind die Wanderwellen gut zu erkennen, die sich nach der Beschleunigung eines Federendes entlang des Federdrahtes fortpflanzen. Dabei ist bei der Reflexion der Stoßwelle an einem Federende der Zustand das jeweils andere Federende näherungsweise lastfrei.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Für die Simulation hochdynamischer Vorgänge beim Betrieb von Schraubendruckfedern bietet der in [3] vorgestellte Ansatz eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit gegenüber allen bisher bekannten Modellen. Mit diesem Ansatz können die dreidimensionalen, nichtlinearen Eigenschwingungen ebenso berechnet werden wie die Stoßeffekte zwischen den Windungen und zwischen der Feder und umgebenden Bauteilen. Die Simulationsergebnisse können zukünftig für die exakte Ermittlung von dynamischen Lastkollektiven z. B. für anschließende Lebensdauerberechnungen genutzt werden.

Literatur

- [1] DIN – Taschenbuch 29: Federn 1 (Berechnungen, Maße, Qualitätsanforderungen, Darstellungen, Bestellangaben). Hrsg.: DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag GmbH, Berlin, Köln, 9. Auflage, 2003
- [2] Meissner, M.; Wanke, K.; Schorcht, H.-J.: Handbuch Federn (Berechnung und Gestaltung im Maschinen- und Gerätebau). Verlag Technik GmbH, Berlin, München. 2., bearbeitete Auflage, 1993
- [3] Wittkopp, T.: Mehrkörpersimulation von Schraubendruckfedern. Dissertation TU Ilmenau, 2005 (eingereicht)
- [4] Maier, K.-W.: Die stossbelastete Schraubenfeder. Veröffentlichungen in Konstruktion, Elemente, Methoden, Stuttgart, 1966/1968)

Autoren

Dipl.-Ing. T. Wittkopp, Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Schorcht
 Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau, Fachgebiet Maschinenelemente
 98684 Ilmenau
 Tel.: 03677 – 46 90 26
 Fax: 03677 – 46 90 62
 E-mail: tobias.wittkopp@tu-ilmenau.de