

# Bibliografische Beschreibung

Li, Bincheng:

Analyse und Simulation des Transversalschwingungseinflusses von Riemengetrieben auf Fehler der Werkstückoberfläche

Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau der Technischen Universität Chemnitz, Professur Werkzeugmaschinen, Chemnitz, 2005

145	Seiten
82	Abbildungen
5	Tabellen
2	Anlagen
76	Quellen

## ***Referat***

Transversalschwingungen von Riemengetrieben in Werkzeugmaschinenhauptantrieben erzwingen bzw. erregen Biegeschwingungen der Hauptspindel. Diese Biegeschwingungen der Hauptspindel beeinflussen direkt das Verhalten von Werkzeugmaschinen und verursachen Fehler der Werkstückoberfläche bei den spanenden Bearbeitungsverfahren Drehen und Fräsen. Nach systematisierenden Betrachtungen von Dreh-, Transversal- und Hauptspindelschwingungen wurde ein komplettes Kopplungsmodell für das Riemengetriebe-Hauptspindel-System erstellt. Weiterhin werden die Zusammenhänge zwischen den Schwingungen der Hauptspindel und den daraus resultierenden Fehlern der Werkstückoberfläche bei ausgewählten Fertigungsverfahren dargestellt. Die Realisierung der in dieser Arbeit vorgestellten Modelle geschah durch die Entwicklung eines Programms. Es erlaubt die Simulation der dynamischen Eigenschaften des Systems "Riemen-Hauptspindel" und ermöglicht die Berechnung der Werkstückoberfläche. In der Praxis können die dargestellten Erkenntnisse und das entwickelte Programm zur Prüfung der konstruktiven Parameter von Riemengetriebe und Hauptspindel sowie zur Verbesserung der Oberflächengüte des Werkstücks beim Bearbeitungsprozess dienen.

## ***Schlagworte***

Werkzeugmaschine, Riemengetriebe, Hauptspindel, Schwingungen, Drehbearbeitung, Transversalschwingung, Fräsbearbeitung, Werkstückoberfläche, Rauheit, Simulation

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzzeichenverzeichnis</b>	<b>11</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>17</b>
<b>2 Stand der Technik</b>	<b>19</b>
2.1 Modellierung des kompletten Systems aus Riemen, Hauptspindel und Bearbeitungsvorgang . . . . .	19
2.2 Übertragungsverhalten von Riemengetrieben . . . . .	20
2.2.1 Statisches Übertragungsverhalten . . . . .	20
2.2.2 Dynamisches Übertragungsverhalten . . . . .	22
2.3 Dynamisches Verhalten der Hauptspindel . . . . .	31
2.4 Simulation des Schwingungseinflusses auf die Oberflächenform . . . . .	33
2.4.1 Abweichungen an der Werkstückoberfläche . . . . .	33
2.4.2 Simulation des Bearbeitungsprozesses und -ergebnisses . . . . .	35
<b>3 Wissenschaftliche Aufgabenstellung</b>	<b>41</b>
<b>4 Transversalschwingungen von Riemengetrieben</b>	<b>43</b>
4.1 Freie Transversalschwingungen . . . . .	43
4.1.1 Berechnungsmodell der Transversalschwingungen . . . . .	43
4.1.2 Lösung der Transversalschwingungsgleichung . . . . .	45
4.2 Erzwungene Transversalschwingungen . . . . .	47
4.3 Parametererregte Transversalschwingungen . . . . .	50
4.4 Kopplung von Dreh-, Transversal- und Wellenschwingungen . . . . .	54
4.4.1 Berechnung der Kräfte . . . . .	55
4.4.2 Herleitung des Gleichungssystems von Kopplungsschwingun- gen . . . . .	58

4.4.3	Numerisches Verfahren zur Lösung des Gleichungssystems . . .	63
4.5	Experimentelle Überprüfung der Modelle . . . . .	69
4.5.1	Versuchsaufbau und Messanordnung . . . . .	69
4.5.2	Messverfahren . . . . .	72
4.5.3	Vergleich der Ergebnisse zwischen Experiment und Simulation .	76
<b>5</b>	<b>Einfluss der Transversalschwingungen auf die Hauptspindel</b>	<b>81</b>
5.1	Freie Schwingungen der Hauptspindel . . . . .	81
5.1.1	Berechnungsmodell für freie Schwingungen . . . . .	81
5.1.2	Eigenfrequenz . . . . .	85
5.2	Erzwungene Schwingungen der Hauptspindel . . . . .	86
5.2.1	Berechnungsmodell für erzwungene Schwingungen . . . . .	86
5.2.2	Nachgiebigkeit und Verformung . . . . .	88
5.3	Komplettes Riemengetriebe-Hauptspindel-System . . . . .	90
<b>6</b>	<b>Einfluss von Hauptspindelschwingungen auf Fehler der Werkstückoberfläche</b>	<b>95</b>
6.1	Drehbearbeitung . . . . .	95
6.1.1	Bestimmung der Belastung von Schnittkräfte . . . . .	95
6.1.2	Berechnung der Schnittspuren . . . . .	96
6.1.3	Beschreibung der Oberflächenrauheit . . . . .	101
6.2	Fräsbearbeitung . . . . .	105
6.2.1	Bestimmung der Belastung von Schnittkräfte . . . . .	106
6.2.2	Berechnung der Schnittspuren . . . . .	107
6.2.3	Beschreibung der Oberflächenrauheit . . . . .	114
<b>7</b>	<b>Einsatzmöglichkeiten des erstellten Berechnungsprogramms</b>	<b>121</b>
7.1	Struktur des Berechnungsprogramms . . . . .	121
7.2	Anwendung und Einsatzmöglichkeiten des Berechnungsprogramms . . . . .	121

<b>8 Zusammenfassung</b>	<b>125</b>
<b>Literatur</b>	<b>127</b>
<b>Anlagen</b>	<b>133</b>
<b>Lebenslauf</b>	<b>145</b>