

Bibliographische Beschreibung

Bräunlich, Hans:

Blecheinzugregelung beim Tiefziehen mit Niederhalter – ein Beitrag zur Erhöhung der Prozeßstabilität

Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Chemnitz, Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse, Chemnitz

- 179 Seiten
- 75 Abbildungen
- 11 Tabellen
- 118 Literaturzitate

Referat

Die wesentliche Zielsetzung der Arbeit bestand darin, die Prozeßstabilität beim Tiefziehen mit Niederhalter auf Basis einer Blecheinzugregelung zu erhöhen.

Über eine detaillierte Analyse prozeßbeeinflussender Parameter erfolgte zunächst der Nachweis, daß das Tribosystem zwischen Niederhalter, Blech und Matrize einerseits sehr sensibel auf Schwankungen einzelner Parameter reagiert, wodurch ein Einfluß auf die Werkstückqualität genommen wird, daß jedoch andererseits in diesem Bereich der Umformprozeß maßgeblich beeinflußt werden kann. Der Blecheinzugweg, definiert als der zwischen Niederhalter und Matrize zurückgelegte Weg der äußeren Kante des Blechzchnittes in Richtung auf das Werkzeuginnere, erwies sich als geeignete Größe für die Einschätzung der Werkstückqualität und damit der Prozeßstabilität.

Diese Methode wurde mit Hilfe geeigneter Modellvorstellungen vom Tiefziehprozeß sowie der Prozeßstabilität unterstützt und infolgedessen ein Lösungsalgorithmus entwickelt, wie die Prozeßführung im Sinne der Zielsetzung zu gestalten ist, welche signifikante Prozeß- und Werkstoffparameter zu berücksichtigen sind und welche Einflüsse sowie Parameterschwankungen vernachlässigbar sind. Dabei erfolgte der theoretische Nachweis, daß sich bei alternierenden Prozeßparametern der Einzugweg signifikant veränderte. Dies wurde auch im Experiment nachgewiesen. Der Einzugweg diente deshalb bei der Installation des Regelkreises als Regelgröße.

Während des Stößelhubes kann der Einzugweg am besten durch Veränderung der Niederhalterkraft beeinflusst werden. Die Kraft einer Pinole, mehrerer oder aller Pinolen der Zieheinrichtung war deshalb die Stellgröße innerhalb des Regelsystems.

Für die exakte Ermittlung des Blecheinzugweges wurde ein geeignetes Sensorsystem ausgewählt. Im Vergleich dreier verschiedener Systeme erzielte ein laseroptischer Sensor, dessen Wirkungsweise auf dem Prinzip der Lasertriangulation beruht, die besten Ergebnisse.

Die Funktion der Blecheinzugregelung kann folgendermaßen beschrieben werden:

Während eines Tiefziehvorganges wird mit Hilfe des Lasersensors der Weg des Bleches auf seinem Weg ins Werkzeuginnere ständig gemessen. Im Vergleich des aktuellen Einzugweges mit dem einer zuvor definierten Masterkurve wird entweder der Betrag der Gesamtniederhalterkraft oder es werden Beträge der Einzelpinolen erhöht bzw. reduziert. Damit wird der Einzug derart geregelt, daß sich die Weg-Zeit-Kurve dem Verlauf der vorher definierten Masterkurve angleicht. Infolgedessen wird während eines Pressen-Hubes ermöglicht, daß sich die Niederhalterkraft trotz alternierender Prozeßparameter stets einem Betrag annähert, der einen vorteilhaften Werkstofffluß garantiert. Dadurch werden günstige Flächenpressungen zwischen Niederhalter und Blech sowie zwischen Blech und Matrize erzielt. Die Folge ist ein reproduzierbarer Verlauf des Umformprozesses. Dies führt zur Vermeidung von Prozeßschwankungen; die Prozeßstabilität wird deutlich erhöht. Ausschuß und Nacharbeit sowie zeit- und kostenintensive Einstell- und Nachrüstarbeiten entfallen weitgehend.

Schwerpunkte der experimentellen Versuchsreihen waren die Realisierung der in der Praxis auftretenden Toleranzbereiche der Parameter

- Unregelmäßigkeiten des tribologischen Systems,
- mechanische Kennwerte des Blechwerkstoffes,
- Blechdickentoleranzen,
- weitere Unregelmäßigkeiten, wie Einlegefehler, Zuschnittstoleranzen, abrasiver oder adhäsiver Verschleiß an Pinolen und Aktivteielflächen

sowie der Nachweis der Kompensation der den Prozeß beeinträchtigenden Einflüsse.

Die Validierung der während der Experimente gewonnenen Erkenntnisse unter den Bedingungen der Serienfertigung der betrieblichen Praxis erfolgte am Beispiel der ersten Ziehstufe bei der Herstellung einer Doppelspüle. Bei Einsatz von zwei bis drei Wegaufnahmesensoren gelang es, die Prozeßstabilität signifikant zu steigern.

Inhaltsverzeichnis

0	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Formelzeichen	11
1	Einleitung	15
2	Stand der Prozeßstabilität und -überwachung in der Blechumformung	17
2.1	Derzeitige Definition der Prozeßstabilität	17
2.2	Einflußfaktoren auf die Prozeßstabilität.....	19
2.2.1	Pre- und Postprozeß	19
2.2.2	Umformprozeß	23
2.2.2.1	Blechwerkstoff.....	23
2.2.2.2	Werkzeug.....	32
2.2.2.3	Umformanlage, einschließlich Zieheinrichtung.....	34
2.2.2.4	Werkstofffluß und Tribologie	36
2.3	Prozeßüberwachung und Prozeßregelung	41
2.3.1	Analyse relevanter Lösungen	41
2.3.2	Wertung vorhandener Lösungen	46
3	Zielsetzung.....	53
4	Modell Prozeßstabilität beim Tiefziehen	55
5	Experimentelle Analyse der Prozeßstabilität bei Blecheinzugregelung.....	63
5.1	Experimentelle Grundlagen	63
5.1.1	Versuchsanlage	63
5.1.2	Versuchswerkzeug	66
5.1.3	Sensorik / Meßeinrichtungen	67

5.1.4	Ermittlung der Niederhalterkräfte	68
5.1.5	Ermittlung von Stößelhub und Ziehtiefe	70
5.1.6	Meßverfahren zur Ermittlung des Blecheinzuges.....	71
5.1.6.1	<i>Induktiver Wegmeßgeber</i>	71
5.1.6.2	<i>Faseroptische Meßsonde</i>	72
5.1.6.3	<i>Lasertriangulationsverfahren</i>	73
5.2	Experimentelle Untersuchungen	74
5.2.1	Eignung unterschiedlicher Sensorsysteme für eine Prozeßregelung	74
5.2.1.1	<i>Induktiver Wegmeßgeber</i>	74
5.2.1.2	<i>Faseroptische Meßsonde</i>	80
5.2.1.3	<i>Laser-Triangulation</i>	82
5.2.2	Bewertung und Auswahl der Sensorsysteme	84
5.2.3	Sensoranordnung.....	86
5.2.3.1	<i>Spannungs-/Dehnungsverhältnisse am unsymmetrischen Werkstück</i>	86
5.2.3.2	<i>Formänderungsanalyse</i>	89
5.2.3.3	<i>FEM-Simulation</i>	91
5.2.4	Regelung	95
5.3	Experimentelle Analyse der Einzugregelung.....	99
5.3.1	Versuchsvorbereitung.....	99
5.3.2	Versuchsergebnisse	103
5.3.2.1	<i>Tribologie</i>	103
5.3.2.2	<i>Blechedickentoleranzen</i>	114
5.3.2.3	<i>Mechanische Kennwerte des Blechwerkstoffes</i>	117
5.3.2.4	<i>Weitere Unregelmäßigkeiten</i>	123
5.3.2.5	<i>Regelung mehrerer Pinolen</i>	132
5.3.2.6	<i>Auswirkungen auf die Form- und Maßgenauigkeit</i>	137
5.4	Zusammenfassung und Schlußfolgerungen	139

6	Validierung der Versuchsergebnisse im Serienprozeß	141
6.1	Realisierung des Prozeßregelkreises bei der Herstellung einer Doppelspüle	141
6.1.1	Parameter	141
6.1.2	Effekte der Prozeßregelung	147
6.2	Schlußfolgerungen für die Prozeßstabilität.....	149
7	Zusammenfassung und Ausblick	157
8	Literatur	161
	Anlagen	171