

Bibliografische Beschreibung

Ulrike Beyer

Multi-Material-Fügen mittels Flach-Clinch-Technologie

Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau der Technischen Universität Chemnitz, Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse, Professur Virtuelle Fertigungstechnik, Chemnitz, 2012-02-27

- + Seitenzahl: 119
- + Anzahl der Abbildungen: 95
- + Anzahl der Tabellen: 17
- + Anzahl der Literaturzitate: 128

Referat

Ausgelöst durch die Intensivierung des intelligenten Leichtbaus mit seinem Trend, verschiedenartige Werkstoffe – Multi-Material – miteinander zu verbinden, wird gegenwärtig zunehmend nach Möglichkeiten gesucht, Fügeverbindungen unmittelbar, also nur durch plastische Deformation der Einzelkomponenten, auszubilden. Unter Berücksichtigung der daraus resultierenden Erfordernisse wurden systematische analytische Untersuchungen durchgeführt. Ziel war es, eine Clinchtechnologie zu schaffen, mit der es möglich ist, organische und/oder anorganische Materialien in einem einstufigen Prozess mechanisch zu einem einseitig ebenen quasiformschlüssigen Verbund zu fügen.

Die Entwicklung dieses Flach-Clinch-Verfahrens erfolgte hauptsächlich auf Grundlage der Finiten Elemente Methode. Dadurch war zunächst die Aufnahme des Fließverhaltens der Versuchswerkstoffe erforderlich. Mit dessen Hinterlegung und der detailgetreuen Modellierung der einzelnen Werkzeuge und Prozessschritte waren gezielte Simulationsberechnungen und numerische Materialflussanalysen durchführbar. Auf deren Basis wurden die multifaktoriellen Zusammenhänge der Einflussfaktoren untersucht und die Verfahrensgrundsätze abgeleitet. Die erarbeiteten Erkenntnisse wurden für die numerische Formoptimierung der Werkzeugkomponenten genutzt. Darüber hinaus wurde die ursprünglich eingesetzte Federkopplung zwischen Niederhalter und Stempel eliminiert und durch separate Steuerungen beider Werkzeugelemente ersetzt. Die einzelnen Werkzeugelemente wurden in das Maschinenkonzept integriert und mit der eigens für die Flach-Clinch-Technik angepassten universellen C-Bügel-Ständermaschine DFG 500/150E der Eckold GmbH & Co. KG umgesetzt. Die damit durchgeführte experimentelle Validierung der numerischen Resultate zeigte, dass Komponenten aus Metall, Metall und Kunststoff, Kunststoff oder Kartonage flach-clinchbar sind. Die hergestellten Verbindungen wurden abschließend auf ambosseitige Oberflächenebenheit, Kopf- und Scherzugfestigkeit überprüft, die erzielten Ergebnisse diskutiert und konventionellen Clinchverbindungen gegenübergestellt.

Schlagworte

Multi-Material, Metall, Kunststoff, Kartonage, Fügen, Clinchen, Flach-Clinchen, FEM

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Stand der Erkenntnisse	2
2.1	Traditionelles Clinchen	2
2.1.1	Entwicklung	2
2.1.2	Einordnung	2
2.1.3	Definition	3
2.1.4	Einteilung	4
2.1.5	Prozess	5
2.1.6	Kraftübertragung	6
2.1.7	Simulation	8
2.2	Flachpunktclinchen	9
2.2.1	Motivation	9
2.2.2	Begriffe	9
2.2.3	Verfahren	11
2.3	Multi-Material-Fügen	12
2.3.1	Grundlagen	12
2.3.2	Verfahren	14
2.4	Fazit	15
3	Zielsetzung und Vorgehen	17
3.1	Entwicklungsziel	17
3.2	Untersuchungsschwerpunkte	18
3.3	Bearbeitungsmethoden	20
4	Werkstoffe	22
4.1	Versuchskomponenten	22
4.1.1	Metall	22
4.1.2	Kunststoff	23
4.1.3	Kartonage	23
4.2	Fließkurven	24
4.2.1	Zugversuch	24
4.2.2	Flachstauchversuch	26

5	Technologie	29
5.1	Entwicklungsstrategie	29
5.2	Simulationsmodell	30
5.2.1	Aufbau	30
5.2.2	Basisfügepaarungen	32
5.2.3	Auswertegrößen	33
5.2.4	Kalibrierung	33
5.2.5	Werkstofffluss	35
5.3	Optimierung	38
5.3.1	Parameteridentifizierung	38
5.3.2	Stempel-Niederhalter-Distanz	39
5.3.3	Stempel-Niederhalter-Interaktion	47
5.3.4	Stempelfügeweg	52
5.3.5	Reibung	53
5.3.6	Werkstoffflussbegrenzung	58
5.4	Verfahrensgrundsätze	60
5.4.1	Werkstofffluss begünstigen	60
5.4.2	Fließrichtungsumkehr beschleunigen	61
5.4.3	Werkstofffluss steuern	63
5.4.4	Zusammenfassung	63
5.5	Multimaterielle Verifizierung	64
5.5.1	Prämisse	64
5.5.2	Prozess	65
5.5.3	Resümee	70
6	Werkzeugkonzeption	71
6.1	Stempel	71
6.1.1	Form	71
6.1.2	Durchmesser	73
6.2	Niederhalter	74
6.2.1	Form	74
6.2.2	Durchmesser	81
6.3	Amboss	82
6.3.1	Standard	82

6.3.2	Smart	83
6.4	Umsetzung	85
7	Parameteradaption	87
7.1	Metall-Verbund	87
7.1.1	Reinaluminium-Reinaluminium	87
7.1.2	Aluminiumlegierung-Reinaluminium	90
7.1.3	Stahl-Reinaluminium	92
7.1.4	Abstraktion	93
7.2	Metall-Kunststoff-Verbund	95
7.2.1	Reinaluminium-Polystyrol	96
7.2.2	Reinaluminium-Ultradur®	98
7.2.3	Abstraktion	99
7.3	Kunststoff-Verbund	101
7.4	Kartonage-Verbund	102
7.5	Zusammenfassung	103
8	Verbindungseigenschaften	104
8.1	Festigkeit	104
8.1.1	Bestimmung	104
8.1.2	Analyse	105
8.2	Ebenheit	113
8.2.1	Messung	113
8.2.2	Ergebnisse	114
8.2.3	Resümee	116
9	Zusammenfassung	117
10	Verzeichnisse	120
10.1	Literatur	120
10.2	Normen und Merkblätter	126
10.3	Abbildungen	127
10.4	Tabellen	129