

Impressum

Erweiterung der Prozessgrenzen des Halbhohlstanzenens durch den Einsatz geteilter Matrizenwerkzeuge

Autor:

Mathias Jäckel

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Dirk Landgrebe

Wichtiger Hinweis:

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere fürervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2017

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Reichenhainer Str. 88, 09126 Chemnitz

www.iwu.fraunhofer.de

Verlag Wissenschaftliche Scripten

www.verlag-wiss-scripten.de

ISBN: 978-3-95735-058-9

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	11
Kurzzeichenverzeichnis	13
1 Einleitung	17
2 Stand der Technik	19
2.1 Halbhohlstanznieten	19
2.1.1 Einordnung und Verfahrensprinzip.....	19
2.1.2 Halbhohlstanznieten bei unterschiedlichen Anwendungsfällen	21
2.1.3 Numerische Beschreibung des Halbhohlstanznietprozesses.....	26
2.2 Halbhohlstanznietkleben	29
2.3 Matrizenwerkzeugkonzepte beim mechanischen Fügen	30
3 Problemstellungen	35
3.1 Hinterschnittbildung bei der Fügerichtung „dick in dünn“	35
3.2 Klebstoffeinschlüsse beim Hybridfügen von Stahl- in Aluminiumblech	37
3.3 Rissbildung beim Fügen von sprödem Aluminiumdruckguss	39
3.4 Fügeprozessbedingte CFK-Schädigungen	45
4 Zielstellung, Lösungsansätze und Methodik	47
4.1 Zielstellung	47
4.2 Lösungsansätze	48
4.2.1 Serielles Halbhohlstanznieten mit weggeregeltem Gegenstempel	48
4.2.2 Serielles Halbhohlstanznieten mit kraftgeregeltem Gegenstempel	49
4.3 Methodik bei der Verfahrensentwicklung	51
5 Technologische und werkzeugtechnische Vorbetrachtungen	55
5.1 Versuchseinrichtung mit Zusatzachse	55
5.2 Fügeteilwerkstoffe und Kombinationen	56
5.3 Hilfsfügeelemente und Werkzeuge	58
5.4 Klebstoffapplikation	63
5.5 Prüfmethoden	64

6	Numerisches Modell für die Prozesssimulation	73
6.1	Verfestigungsmodell	73
6.2	Reibmodell	74
6.3	Versagensmodell	76
6.4	Nietgeometrie	77
6.5	Objektanordnung und Deformationsverhalten	78
7	Ergebnisse serielles Halbhohlstanzen	81
7.1	Fügerichtung „dick in dünn“ beim Fügen von Aluminiumblechen	81
7.1.1	Validierung des Simulationsmodells.....	81
7.1.2	Numerische Prozessentwicklung und -analyse.....	83
7.1.3	Experimentelle Untersuchung zur Fügepunktausbildung.....	97
7.1.4	Gegenüberstellung der Verbindungsfestigkeiten	100
7.1.5	Gegenüberstellung der fügeprozessbedingten Bauteildeformationen.	104
7.1.6	Schlussfolgerungen.....	108
7.2	Hybridfügen von Stahlblech in Aluminiumblech	109
7.2.1	Validierung des Simulationsmodells.....	109
7.2.2	Numerische Prozessentwicklung und -analyse.....	111
7.2.3	Experimentelle Untersuchung zur Fügepunktausbildung.....	119
7.2.4	Gegenüberstellung der Verbindungsfestigkeiten	122
7.2.5	Gegenüberstellung der fügeprozessbedingten Bauteildeformationen.	125
7.2.6	Schlussfolgerungen.....	128
7.3	Fügen von Aluminiumblech in spröden Aluminiumdruckguss	129
7.3.1	Validierung des Simulationsmodells.....	129
7.3.2	Numerische Prozessentwicklung und -analyse.....	133
7.3.3	Experimentelle Untersuchung zur Fügepunktausbildung.....	148
7.3.4	Gegenüberstellung der Verbindungsfestigkeiten	152
7.3.5	Gegenüberstellung der fügeprozessbedingten Bauteildeformationen.	157
7.3.6	Schlussfolgerungen.....	160
7.4	Fügen von sprödem Aluminiumdruckguss in der Mittellage bei einer Dreilagengebinde	161
7.4.1	Experimentelle Untersuchungen zur Fügepunktausbildung	161
7.4.2	Gegenüberstellung der fügeprozessbedingten Bauteildeformationen.	166
7.4.3	Schlussfolgerungen.....	169

7.5 Fügen von CFK in Aluminiumblech	170
7.5.1 Experimentelle Untersuchungen zur Fügepunktausbildung	171
7.5.2 CT-Analyse fügeprozessbedingter CFK-Schädigungen	173
7.5.3 Halbhohlstanznieten von vorgebohrtem CFK.....	174
7.5.4 Gegenüberstellung der Verbindungsfestigkeiten	176
7.5.5 Schlussfolgerungen.....	180
8 Zusammenfassung.....	181
9 Ausblick	183
9.1 Umsetzung des Halbhohlstanznietens mit geteilter Matrize in der Produktion.....	183
9.2 Weiterentwicklung der numerischen Prozessentwicklung.....	184
9.3 Einsatz geteilter Matrizen zur Flexibilitätssteigerung	185
Literatur	187
Anlagen.....	197