

# Bibliografische Beschreibung

Dietrich, Stephan

## Thema:

Grundlagenuntersuchungen zu neuen matrizenlosen Umformfügeverfahren  
Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau der Technischen Universität Chemnitz,  
Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse, Chemnitz, 18.4.2006

192      Seiten  
100      Abbildungen  
10       Tabellen  
115      Literaturzitate

## Referat:

Gegenstand der Arbeit sind Grundlagenuntersuchungen zum Matrizenlosen Clinchen und zum Matrizenlosen Nietclinchen, zwei neuen Umformfügeverfahren, bei denen anstelle einer konturierten Matrize ein flacher Amboss als Gegenwerkzeug verwendet wird. Mit Hilfe von umfangreichen FEM-Simulationen wurde die Herausbildung der Verbindungen in Abhängigkeit von den Prozessgrößen Fügekraft, Niederhalterkraft und Reibung sowie den geometrischen Kenngrößen der eingesetzten Stempel bzw. Niete analysiert. Potenzielle Einsatzbereiche und Grenzen bezüglich der mit den betrachteten Verfahren fügbaren Werkstoff- und Blechdickenkombinationen wurden untersucht und in exemplarischer Gegenüberstellung wurde ein technischer und wirtschaftlicher Vergleich zwischen den matrizenlosen Umformfügeverfahren und herkömmlichen Umformfügeverfahren mit Matrize durchgeführt.

## Schlagworte:

Fügen, Umformfügen, Durchsetzfügen, Clinchen, Nietclinchen, matrizenlos, Verfahrensgrenzen, Vergleichsverfahren, Aluminium, Stahl, Mischverbindung

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Kurzzeichenverzeichnis .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>1 Einleitung.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>2 Stand der Technik.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>2.1 Vorlochfreie Umformfügeverfahren mit Matrize .....</b>                | <b>19</b> |
| 2.1.1 Clinchen .....   | 19        |
| 2.1.2 Nietclinchen .....   | 22        |
| 2.1.3 Stanznieten .....  | 24        |
| 2.1.4 Vergleich der vorlochfreien Umformfügeverfahren mit Matrize .....      | 27        |
| <b>2.2 Bekannte matrizenlose Umformfügeverfahren.....</b>                    | <b>29</b> |
| 2.2.1 Einstufig erzeugte Flachpunkte.....                                    | 29        |
| 2.2.2 Halbhohlstanznieten mit flachem Gegenwerkzeug .....                    | 30        |
| 2.2.3 Vorteile und Restriktionen der bekannten matrizenlosen Verfahren ..... | 31        |
| <b>3 Aufgabenstellung.....</b>   | <b>33</b> |
| <b>4 Neue matrizenlose Umformfügeverfahren .....</b>                         | <b>35</b> |
| <b>4.1 Vorstellung der Verfahren .....</b>                                   | <b>35</b> |
| 4.1.1 Matrizenloses Clinchen.....  | 35        |
| 4.1.2 Matrizenloses Nietclinchen .....                                       | 38        |
| 4.1.3 Vorteile und Restriktionen .....                                       | 42        |
| <b>4.2 Prozessbeschreibung.....</b>  | <b>44</b> |
| 4.2.1 Fließkurven für hohe Umformgrade.....                                  | 44        |
| 4.2.2 Prozessbeschreibung mit der elementaren Plastizitätstheorie.....       | 45        |
| 4.2.3 Prozessbeschreibung mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode.....         | 50        |

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| <b>5</b>   | <b>Untersuchung der Einflussfaktoren.....</b>  | <b>55</b>  |
| <b>5.1</b> | <b>Einfluss der Prozessparameter .....</b>   | <b>55</b>  |
| 5.1.1      | Einfluss der Niederhalterkraft.....  | 55         |
| 5.1.2      | Einfluss der Fügekraft .....   | 62         |
| 5.1.3      | Einfluss der Reibung .....   | 68         |
| <b>5.2</b> | <b>Einfluss der Stempelgeometrie beim Matrizenlosen Clinchen ..</b>                              | <b>72</b>  |
| 5.2.1      | Einfluss des Stempelzapfendurchmessers .....   | 72         |
| 5.2.2      | Einfluss der Stempelzapfenlänge .....  | 77         |
| 5.2.3      | Einfluss des Kantenradius .....  | 80         |
| 5.2.4      | Einfluss des Flankenwinkels .....  | 83         |
| 5.2.5      | Einfluss des Schulterwinkels.....  | 85         |
| 5.2.6      | Einfluss der Form der Stempelstirn .....   | 87         |
| <b>5.3</b> | <b>Wechselwirkungen zwischen den Einflussfaktoren .....</b>                                      | <b>91</b>  |
| <b>5.4</b> | <b>Zusätzliche Einflussfaktoren beim Matrizenlosen Nietclinchen .....</b>                        | <b>93</b>  |
| 5.4.1      | Einfluss der Nietgeometrie.....  | 93         |
| 5.4.2      | Einfluss der Nietfestigkeit .....  | 95         |
| <b>6</b>   | <b>Mögliche Einsatzbereiche und Grenzen.....</b>   | <b>111</b> |
| <b>6.1</b> | <b>Herausbildung der Verbindung in Abhängigkeit<br/>von der Festigkeit der Fügepartner .....</b> | <b>111</b> |
| 6.1.1      | Fügepartner gleicher Werkstoffe .....  | 111        |
| 6.1.2      | Fügepartner unterschiedlicher Werkstoffe.....  | 117        |
| <b>6.2</b> | <b>Fügbarekeit von Verbindungen unterschiedlicher Blechdicke ..</b>                              | <b>124</b> |
| 6.2.1      | Aluminiumverbindungen - am Beispiel der Legierung AlMg3 ....                                     | 124        |
| 6.2.2      | Stahlverbindungen - am Beispiel der Legierung DC04 .....   | 129        |
| 6.2.3      | Stahl-Aluminium-Mischverbindungen<br>der Legierungen DC04 und AlMg3.....                         | 131        |
| <b>6.3</b> | <b>Einschätzung der Fügbarekeit .....</b>  | <b>134</b> |

---

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| <b>7</b>   | <b>Technischer und wirtschaftlicher Vergleich .....</b> | <b>135</b> |
| <b>7.1</b> | <b>Technischer Vergleich .....</b>                      | <b>135</b> |
| 7.1.1      | Vergleich der Verbindungsherausbildung .....            | 135        |
| 7.1.2      | Vergleich der Verbindungsfestigkeiten .....             | 138        |
| <b>7.2</b> | <b>Wirtschaftlicher Vergleich .....</b>                 | <b>141</b> |
| <b>7.3</b> | <b>Zusammenfassende Bewertung .....</b>                 | <b>145</b> |
| <b>8</b>   | <b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>               | <b>148</b> |
| <b>9</b>   | <b>Literaturverzeichnis.....</b>                        | <b>149</b> |
| <b>10</b>  | <b>Anlagen.....</b>                                     | <b>159</b> |