

Inhalt

1	Einleitung.....	1
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Ansatz des „Orbitalclinchens“	2
1.3	Ansatz des „Modifizierten Presshärtens“	3
1.4	Zielstellung.....	4
2	Stand der Technik.....	5
2.1	Historisches	5
2.2	Herstellungsverfahren metallischer Hohlprofile (Rohre)	5
2.2.1	Geschweißte Rohre	5
2.2.2	Nahtlose Rohre	9
2.2.3	Wickelfalzrohre.....	12
2.3	Leichtbau.....	13
2.3.1	Stoffleichtbau.....	14
2.4	Grundwerkstoff 22MnB5+AS150	15
2.4.1	Allgemein	15
2.4.2	Verfahrensablauf des Presshärtens.....	16
2.4.3	Schweißbeignung.....	17
2.4.4	Beschichtung.....	18
2.4.5	Abschreckmedien.....	18
2.5	Clinchen.....	19
2.5.1	Allgemein	19
2.5.2	Einteilung	20
2.5.3	Verfahrensweise	20
2.5.4	Eigenschaften von Clinchverbindungen.....	21
2.5.5	Geeignete Werkstoffe	22
2.5.6	Clinchen von 22MnB5	22
2.5.7	Kaltverfestigung im Clinchprozess.....	23
2.5.8	Qualitätssicherung	24
2.6	Clinchverfahren mit verminderter Fügekraft	25
2.6.1	Clinchen mit dynamischer Krafteinwirkung	26
2.6.2	Clinchen mit rotierendem Stempel.....	27
2.6.3	Kraftreduzierung mittels Werkzeugoptimierung	27

VII

2.6.4	Clinchen mit zusätzlicher Wärmequelle	28
2.6.5	Clinchen mit rotierendem Werkzeug – „Rollclinchen“	31
2.6.6	Radial- und Taumelclinchen	31
2.7	Mechanische Fügeverfahren für Hohlprofile	33
2.7.1	Verfahren zum Ineinanderführen und Verbinden zweier Rohrenden	33
2.7.2	Stanzwerkzeug mit zwei C-Profilen	33
2.7.3	Verfahren zum Befestigen eines Werkstückes am Außenumfang eines geschlossenen, umfänglich einstückigen Profiles	33
2.7.4	Vorrichtung und Verfahren zum Fügen eines Strukturbauteils aus blechförmigem Material	34
2.7.5	Vorrichtung zum Stanznieten oder Durchsetzfügen unter beengten Platzverhältnissen	34
3	Entwicklung des „Orbitalclinchens“	37
3.1	Allgemeine Herangehensweise einer Produkt- und Verfahrensentwicklung	37
3.2	Präzisierte Aufgabenstellung	39
3.3	Funktionsstruktur des Verfahrens	39
3.3.1	Funktionsstruktur des teilmechanisierten Verfahrens in IDEF0-Form	40
3.4	Prinzipielle Lösung mit Vergleich	42
3.4.1	Auswahl der Antriebs- und Getriebetechnik für die Teilfunktion A-1	42
3.4.2	Zusammenfassung und Lösung der Teilfunktion A-1	43
3.4.3	Entwurf der Vorzugsvariante	46
3.5	Konstruktive Umsetzung	49
3.5.1	Matrizenaufnahme	49
3.5.2	Antriebseinheit	50
3.5.3	Linearführung	50
3.5.4	Keilgetriebe	51
3.6	Realisierung des Verfahrens	52
3.6.1	Prozessablauf	53
4	Experimentelles	57
4.1	Grundwerkstoffe	57
4.2	Halbzeuge	57
4.3	Kombination der Werkstoffe und Halbzeuge	57
4.4	Statistik	58

4.5	Versuchseinrichtungen und Durchführung	58
4.5.1	Orbitalclinchen	58
4.5.2	TOX-Clinchmaschine	59
4.5.3	Modifiziertes Presshärten	60
4.5.4	Rundwalzen	62
4.5.5	WIG-Längsnahtschweißen	62
4.5.6	Ermittlung der Abkühlrate	64
4.6	Probenentnahmen und Präparation	64
4.6.1	Probenentnahme an einer Rundrohrverbindung	64
4.6.2	Probenentnahme an Flachverbindungen und Blechplatten	64
4.6.3	Präparation	65
4.7	Analyse	65
4.7.1	Sichtprüfung und Messung der Restbodendicke	65
4.7.2	Härteprüfung	66
4.7.3	Zugprüfung	66
4.7.4	REM-/ EDX-Analyse	66
5	Ergebnisse und Diskussion	67
5.1	Herstellung einer Mischverbindung aus AlMgSi0,5 und DC04	67
5.1.1	Versuchsdurchführung	67
5.1.2	Prüfung der mechanisch-technologischen Eigenschaften	68
5.1.3	Zusammenfassung	71
5.2	Herstellung einer pressharten Verbindung aus 22MnB5	72
5.2.1	Experimentelle Voruntersuchung	72
5.2.2	Herstellung einer pressharten Clinchverbindung	77
5.3	Diskussion der Einflussfaktoren	87
5.3.1	Einfluss der Werkstoffhärte	87
5.3.2	Einfluss des Schüttgutes	88
5.4	Einfluss des Wärmebehandlungszustands	90
6	Zusammenfassung & Schlussfolgerungen	91
7	Literatur	93