

Brandenburg

Kleben metallischer Werkstoffe

unter Mitwirkung von

K. Dilger, T. Fertig, M. Guder,
M. Möller, R. Oppl, M. Peschka, G. Welzel

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

1	Grundlagen der Klebtechnik	1
1.1	Aufgabe der Klebverbindung	5
1.2	Ausbildung der Kräfte	7
1.2.1	Adhäsion	7
1.2.1.1	Mechanische Adhäsion	7
1.2.1.2	Spezifische Adhäsion	8
1.2.1.3	Chemisorption	8
1.2.1.4	Benetzung	8
1.3	Fügeteile und Oberflächen	9
1.4	Klebstoffe	12
1.4.1	Physikalisch abbindende Klebstoffe	13
1.4.1.1	Plastisole	14
1.4.2	Chemisch reagierende Klebstoffe	14
1.4.2.1	Polymerisationsklebstoffe	14
1.4.2.1.1	Anaerobe Klebstoffe	14
1.4.2.1.2	Methylmethacrylatklebstoffe	14
1.4.2.2	Polyadditionsklebstoffe	16
1.4.2.2.1	Epoxidharzklebstoffe	16
1.4.2.2.2	Polyurethane	16
1.4.2.3	Polykondensationsklebstoffe	19
1.4.2.3.1	Phenolharzklebstoffe	19
1.4.2.3.2	Silicone	20
1.5	Zusammenfassung	21
2	Verarbeitung von Klebstoffen	23
2.1	Mischen/Homogenisieren von Klebstoffen	23
2.1.1	Statisches Mischrohr	23
2.1.2	Dynamische Mischer	24
2.2	Dosieren/Applizieren von Klebstoffen	25
2.2.1	Manueller Klebstoffauftrag	25
2.2.1.1	Tube, Tropfflasche, Dosierflasche	25
2.2.1.2	Pinsel	26
2.2.1.3	Zahnpachtel, Rakel	26
2.2.1.4	Handroller, Handwalze	26
2.2.1.5	Handpistolen für Kartuschenverarbeitung	27
2.2.1.6	Dispenser	27
2.2.1.7	Sprühpistolen	27
2.2.1.8	Sprühdosen	28
2.2.1.9	Streueinrichtungen für Klebstoffpulver	28
2.2.1.10	Abrollvorrichtungen für Klebebänder	29
2.2.2	Teilautomatisierter Klebstoffauftrag	29
2.2.2.1	Materialversorgung	29
2.2.2.1.1	Vorratsbehälter	29
2.2.2.1.2	Fördereinrichtung	30
2.2.2.1.3	Förderleitungen, Schläuche	31
2.2.2.1.4	Materialdruckreduzierventil	31

2.2.2.2	Klebstoffdosierung/Klebstoffauftrag	32
2.2.2.2.1	Dosiereinrichtungen	32
2.2.2.2.2	Auftrageinrichtungen	33
2.2.2.3	Steuerung/Regelung	36
2.2.3	Vollautomatischer Klebstoffauftrag	36
2.3	Reinigung der Verarbeitungsgeräte	39
2.3.1	Reinigung der Handverarbeitungsgeräte	40
2.3.2	Reinigung teil- bzw. vollautomatisierter Verarbeitungsanlagen	40
2.4	Abbinden/Aushärten von Klebstoffen	40
2.4.1	Abbindezeit/Aushärtezeit	41
2.4.2	Abbinde-/Aushärtetemperatur	41
2.4.3	Anpreßdruck	41
2.5	Literatur	42
2.6	Verarbeitung von Schmelzklebstoffen	42
2.6.1	Manuelle Verarbeitung	43
2.6.2	Vollautomatische Verarbeitung	43
2.6.2.1	Schmelz- bzw. Dosiereinheiten	44
2.6.2.2	Schmelzklebstoff-Auftragverfahren	46
2.6.2.2.1	Kontaktloser Schmelzklebstoffauftrag	46
2.6.2.2.2	Kontaktauftrag	50
2.6.3	Zusammenfassung	51
3	Konstruktion und Festigkeit	52
3.1	Einflüsse auf die Festigkeit von Klebschichten	52
3.2	Spannungsverteilung in der Klebschicht	54
3.2.1	Zugbeanspruchung	54
3.2.2	Scherbeanspruchung	54
3.2.3	Torsionsbeanspruchung	56
3.3	Auslegung der Fügeteile zum Kleben	57
3.3.1	Vergleich: Schweißkonstruktion – Klebkonstruktion	57
3.3.2	Beispiele für Klebkonstruktionen	58
3.4	Spannungszustände in Klebverbindungen verschiedener Werkstoffe	60
3.5	Berechnung von Spannungszuständen	61
3.6	Computerunterstützte Berechnung mittels FEM-Analysen	62
3.6.1	Problemanalyse	63
3.6.2	Netzgenerierung	63
3.6.3	Definition der Randbedingungen	64
3.7	Experimentelle Ermittlung der Festigkeit	65
3.8	Zusammenfassung	65
3.9	Literatur	66
4	Mechanische Fügeverfahren in Verbindung mit Kleben	67
4.1	Stanznieten	67
4.1.1	Stanznieten mit Halbhohlmet	67
4.1.2	Stanznieten mit Vollmet	69
4.2	Durchsetzfügen/Clinchen	70
4.2.1	Einstufiges Durchsetzfügen	70
4.2.2	Zweistufiges Durchsetzfügen	70
4.3	Randbedingungen und Einflußgrößen	71
4.4	Festigkeiten	72
4.5	Mechanisches Fügen und Kleben	74
4.6	Systemtechnik	74

4.6.1	Stanznieten mit Halbhohl Niet	74
4.6.2	Stanznieten mit Vollniet	76
4.6.3	Durchsetzfügen	76
4.6.4	Prozeßparameterüberwachung	76
4.7	Anwendungen	77
4.8	Zusammenfassung und Ausblick	78
5	Prüfung von Klebverbindungen	79
5.1	Zerstörende Prüfung	79
5.1.1	Statische Prüfung	79
5.1.1.1	Zugscherversuch	79
5.1.1.2	Zeitstandversuch	80
5.1.1.3	Zugversuch	80
5.1.1.4	Rollenschälversuch	80
5.1.1.5	Zugscherversuch zur Ermittlung des Schub-Gleit-Verhaltens	80
5.1.1.6	Druckscherversuch	81
5.1.1.7	Torsionsscherversuch	81
5.1.1.8	Losbrechversuch	81
5.1.2	Dynamische Prüfung	81
5.2	Zerstörungsfreie Prüfung	82
5.3	Zusammenfassung	82
5.4	Literatur	83
6	Personalqualifizierung	84
6.1	DVS [®] -Ausbildung Klebpraktiker	87
6.1.1	Ausbildungsziel	87
6.1.2	Ausbildungsinhalte	87
6.2	DVS [®] -Ausbildung Klebfachkraft	88
6.2.1	Ausbildungsziel	88
6.2.2	Ausbildungsinhalte	88
6.2.2.1	Modul 1: Grundlagen der Klebtechnik	88
6.2.2.2	Modul 2: Kleben von Metallen	89
6.2.2.3	Modul 3: Kleben von Kunststoffen und anderen Werkstoffen	90
6.3	Zusammenfassung	91
7	Umwelt- und Arbeitsschutz	92
7.1	Gefährdungspfade	92
7.2	Verarbeitung	92
7.3	Luftbelastung	92
7.4	Hautbelastung	94
7.5	Weitere Maßnahmen zum Arbeitsschutz	94
7.6	Schutzpflichten des Unternehmens	95
7.7	Entsorgung	95
7.8	Gefährdung von Wasser und Boden	96
7.9	Zusammenfassung	96
7.10	Bezugsquellen für die zitierten Vorschriften	96