

Eric Stachowiak, Affalterried-Aalen

Klebertechnik als Fügeverfahren

Einstieg für die Anwendung

Reihe **2**: Fertigungstechnik

Nr. **468**

Inhaltsverzeichnis

1	Daten zur geschichtlichen Entwicklung des Klebens	1
2	Was ist „Kleben“ ?	2
2.1	Definition für einen Klebstoff	2
2.2	Systematisierung der Klebstoffe	3
2.2.1	Einteilung nach der chemischen Basis	3
2.2.2	Einteilung nach dem Abbindmechanismus	3
2.2.3	Chemisch reagierende Systeme	3
2.2.4	Physikalisch reagierende Systeme	3
3	Aufbau der Klebstoffe	4
3.1	Aufbau der Monomere	4
3.2	Aufbau der Polymere	5
3.3	Reaktionsmechanismen der Monomere zum Polymer	7
3.3.1	Polykondensation	7
3.3.2	Polymerisation	8
3.3.3	Polyaddition	8
3.4	Struktur der Polymere	9
3.4.1	Thermoplaste	10
3.4.2	Duromere	10
3.4.3	Elastomere	11
3.5	Polymerisationsgrad	11
4	Klebstoffzusätze und haftvermittelnde Substanzen	12
4.1	Härter	12
4.2	Vernetzer	13
4.3	Beschleuniger und Katalysatoren	13
4.4	Weichmacher	14
4.5	Harze	15
4.5.1	Wachse	15
4.6	Füllstoffe	15
4.6.1	Erläuterungen zu den Eigenschaftsänderung bei Klebstoffen durch Füllstoffe	16

Inhaltsverzeichnis

4.6.1.1	Ausweitung des Temperaturbereiches	16
4.6.1.2	Verstärkung der Klebschicht	16
4.6.1.3	Herabsetzung der Schwindung	16
4.6.1.4	Verlängerung der Topfzeit	16
4.6.1.5	Erzielung besonderer elektrischer Eigenschaften	17
4.6.1.6	Einsatz als verbindende Füllmasse	17
4.7	Stabilisatoren	17
4.8	Haftvermittler	18
4.8.1	Reaktion mit dem Fügeteil	19
4.8.2	Reaktion mit der Klebschicht	19
4.9	Primer	19
4.10	Lösungsmittel	20
5	Grundlage der Haftklebung	22
5.1	Entstehung der Oberflächenspannung	22
5.2	Benetzung der Oberfläche durch Klebstoffe	25
5.3	Benetzungsgleichgewichte und Benetzungswinkel	25
5.4	Praxisorientierte Benetzungswinkel in Abhängigkeit der Oberflächenenergien	27
6	Bindungskräfte in Klebungen	28
6.1	Wirkungsweise der Bindungskräfte	29
6.1.1	Adhäsion	29
6.1.2	Kohäsion	31
6.1.2.1	Einfluß des Molekulargewichtes vom Klebstoff	32
7	Eigenschaften von Klebungen	33
7.1	Vorteile von Klebungen	33
7.2	Erläuterungen zu den Vorteilen beim Einsatz von Klebverbindungen	33
7.2.1	Gleichmäßige Spannungsverteilung	33
7.2.2	Keine thermische Gefügebeeinflussung	34
7.2.3	Kein thermisch bedingter Bauteilverzug	35
7.2.4	Verbindungsmöglichkeit für unterschiedliche Materialkombinationen	35
7.2.5	Verbindungsmöglichkeit für sehr dünne Fügeteile	35
7.2.6	Festigkeitserhöhung in Verbindung mit Schrauben und Nieten	35

Inhaltsverzeichnis

7.3	Nachteile von Klebungen	38
7.4	Erläuterungen zu den Nachteilen von Klebverbindungen	38
7.4.1	Einfluß der Zeit auf den Verfahrensablauf	38
7.4.2	Aufwendige Oberflächenvorbehandlung der Fügeteile	38
7.4.3	Begrenzte thermische Formbeständigkeit	39
7.4.4	Genaue Einhaltung der Prozeßparameter	39
7.4.5	Alterungsbeständigkeit der Kleb- und Grenzschicht	39
7.4.6	Aufwendige Prüfverfahren	40
7.4.7	Geringe Schälfestigkeiten	40
7.4.8	Begrenzte Reparaturmöglichkeit	40
7.4.9	Niedrige Klebschichtfestigkeit	42
8	Konstruktive Gestaltung von Metallklebungen	43
8.1	Vorhandensein ausreichender Klebefläche	44
8.2	Vermeidung von Spannungsspitzen	45
8.2.1	Schälbeanspruchung	45
8.2.2	Biegemomente	47
8.2.3	Spaltbeanspruchung	47
8.2.4	Fügeteilverformung	48
9	Einflußgrößen auf die Festigkeit von Metallklebungen	48
9.1	Oberflächenvorbehandlung der Fügeteile	49
9.1.1	Oberflächenvorbereitung	51
9.1.2	Entfettungsgrad	51
9.1.3	Oberflächenvorbehandlung	51
9.1.4	Oberflächennachbehandlung	54
10	Bruchverhalten von Klebungen	56
10.1	Adhäsionsbruch	56
10.1.1	Molekularer Aufbau und Polarität der Grenz- und Reaktionsschichten	57
10.2	Kohäsionsbruch	59

Inhaltsverzeichnis

11	Industrielle Anwendungen der Klebetechnologie	60
11.1	Kleben im Flugzeugbau	60
11.2	<i>Knickfestigkeit nach Euler</i>	61
11.3	Kleben im Fahrzeugbau	65
11.4	Kleben im Maschinenbau	67
11.5	Kleben in der Elektronik	67
11.6	Kleben in der Medizin	69
12	Zusammenfassung	71
13	Literaturverzeichnis	73