Januar 2011

DVS – DEUTSCHER VERBAND FÜR SCHWEISSEN UND VERWANDTE VERFAHREN E.V.	**Kleben von thermoplastischen Kunststoffen**	DVS **Richtlinie DVS 2204-1**

Ersetzt DVS 2204-2 von April 1981

Inhalt:

1 Geltungsbereich
2 Werkstoffe
3 Stand der Technik
4 Klebstoffe
4.1 Einflussfaktoren
5 Klebstoffeinteilung
5.1 Physikalisch abbindende Klebstoffe
5.1.1 Kontaktklebstoffe
5.1.2 Dispersionsklebstoffe
5.1.3 Schmelzklebstoffe
5.1.4 Diffusionsklebstoffe
5.2 Chemisch reagierende Klebstoffe
5.2.1 Allgemeines
5.2.2 Polymerisationsklebstoffe
5.2.3 Polyadditionsklebstoffe
5.2.4 Polykondensationsklebstoffe
6 Verbindungsformen
7 Fügeteilvorbehandlung
7.1 Oberflächenvorbereitung
7.2 Oberflächenvorbehandlung
7.2.1 Physikalische/Elektrische Vorbehandlungsverfahren
7.2.2 Flammvorbehandlung
7.2.3 Plasmavorbehandlung
7.2.4 Chemische Vorbehandlungsverfahren
8 Klebausführung
8.1 Verbinden mit Lösemittelklebstoffen
8.2 Verbinden mit Kontaktklebstoffen
8.3 Verbinden mit Schmelzklebstoffen
8.4 Verbinden mit Zweikomponenten-Reaktionsklebstoffen
8.5 Verbinden mit Einkomponenten-Reaktionsklebstoffen
9 Prüfung
9.1 Prüfung an Probekörpern
9.2 Prüfung an Fertigteilen
10 Arbeitshygiene, Arbeitssicherheit und Umwelt
11 Schrifttum
11.1 Normen
11.2 Technische Regeln
Anhang 1 Thermoplastische Kunststoffe
Anhang 2 Klebstoffeinteilung

1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie behandelt das konstruktive Kleben thermoplastischer Kunststoffe von unterschiedlichem chemischem Aufbau mit sich selbst oder in Kombination mit anderen Thermoplasten. Andere Vorschriften und Anleitungen werden durch diese Richtlinie nicht eingeschränkt.

Im Schwerpunkt ist diese Richtlinie auf eine manuelle wie auch maschinelle Verarbeitung ausgerichtet. Das kontinuierliche Herstellen von Klebeverbindungen wie Flächenbeschichtung, Verbundfolienherstellung, Serienfertigungen oder das Kleben von Schaumstoffen ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie.

2 Werkstoffe

Die Basiswerkstoffe sind Polymere, Co-Polymere sowie deren Mischungen. Eine Auflistung der zu verbindenden Werkstoffe mit Angaben zur Verklebbarkeit findet sich in Anlage 1.

Co-Polymere und deren Mischungen weisen veränderte oder genauer gesagt verbesserte Eigenschaften auf wie z. B. erhöhte Schlagzähigkeit, Wärmestandfestigkeit oder Witterungs- und Medienbeständigkeit. Die Werkstoffe finden Einsatz in Formteilen sowie als Halbzeuge wie Tafeln, Rohre, Profile oder Folien.

3 Stand der Technik

Die Klebetechnik findet immer mehr Bedeutung bei der industriellen Fertigung und im Handwerk. Klebstoffverbindungen findet man mittlerweile in allen Bereichen. Hierfür steht eine breite Auswahl von Klebstoffen zur Verfügung.

Beim Kleben von Kunststoffen ist die Oberflächenenergie (Polarität) eine entscheidende Größe. Sie ist für den Grad der Benetzung durch den Klebstoff verantwortlich und kann durch entsprechende Vorbehandlungsmethoden beeinflusst werden.

Oberflächenvorbehandlungen sind jedoch oft nicht so wirksam, dass keine signifikante Verbesserung der Klebung erzielt wird. Auch ist die Wirksamkeit der Vorbehandlung oft nur temporär, abhängig von Werkstoff und Methode. Im Bereich der leicht zu verklebenden Kunststoffe wie PVC und ABS macht man sich die gute Löslichkeit der Polymere zunutze und verwendet Lösemittel oder lösemittel basierende Klebstoffe. Die Lösemittel dringen in die Fügefläche ein, lösen Molekularbewegungen aus und führen nach dem Entweichen zu festen, dauerhaften Verbindungen. Es ist zu beachten, dass die Lösemittel die Polymerstruktur und das Gefüge in Abhängigkeit von z. B. Polymer, Zeit und Temperatur beeinflussen können. Bauteile mit Eigenspannung sind hier besonders anfällig und entsprechende Maßnahmen, z. B. tempern, müssen getroffen werden.

Polymere mit erhöhten polaren Anteilen wie ABS können auch mit rein adhäsiv wirkenden Klebstoffen verbunden werden. In jüngster Zeit sind sogar Klebstoffe für Polyolefine (PE/PP) auf den Markt gekommen, die auch ohne besondere Vorbehandlung der Klebeflächen beachtliche Festigkeiten erreichen.

Die Auswahl geeigneter Klebstoffe wird durch die Anwendung und die Werkstoffe bestimmt und erfolgt in der Regel in Zusammenarbeit mit dem Klebstoffanbieter oder durch Empfehlung einer sogenannten Klebstofftabelle.

Da die Basiswerkstoffe durch Variation der Komponenten sehr unterschiedlich sein können und die Formteile Additive wie Gleitmittel enthalten, sind Vorversuche bei der Auswahl des Klebstoffsystems meist zusätzlich erforderlich.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Fügen von Kunststoffen“

Bezug: DVS Media GmbH, Postfach 10 19 65, 40010 Düsseldorf, Telefon (02 11) 15 91-0, Telefax (02 11) 15 91-150

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

Voransicht des Regelwerkes

4 Klebstoffe

Als Klebstoff gilt nach DIN EN 923 ein nichtmetallischer Stoff, der Werkstoffe durch Oberflächenhaftung (Adhäsion = Bindekräfte an der Grenzfläche zwischen dem zu verklebenden Substrat) so verbinden kann, dass die Verbindung eine ausreichende innere Festigkeit (Kohäsion = Bindekräfte der Klebstoffbestandteile unter sich) besitzt.

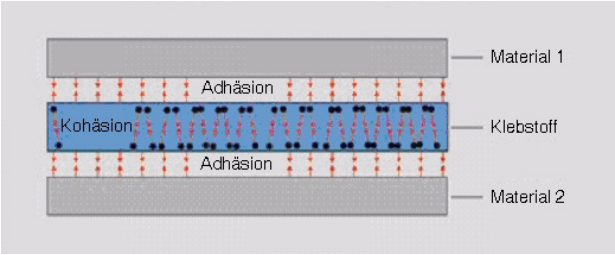

Bild 1. Aufbau einer Klebschicht.

Grundvoraussetzung für das Kleben ist, dass der Klebstoff im Applikationszustand flüssig oder pastös und im Endzustand fest sein muss und die Fügeteile mit dem Klebstoff benetzbar sind. Die Oberflächenenergie des Klebstoffes muss mindestens kleiner oder gleich groß der Oberflächenenergie des Werkstoffes sein. Eine ideale Benetzung wird erzielt, wenn die Oberflächenenergie des Klebstoffes sehr viel kleiner als die des Werkstoffes ist.

Bild 2. Unterschiedliche Benetzung.

4.1 Einflussfaktoren

Für ein optimales Klebeergebnis, d. h. eine dauerhafte, kraftschlüssige Verbindung, sind bei der Auswahl des Klebstoffes folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Die anwendungsbezogene Werkstoffauswahl muss unter Berücksichtigung der mechanischen, thermischen und chemischen Anforderungen sowie der Luftfeuchtigkeit stattfinden.
- Die Werkstoffe sind werkstoffspezifisch vorzubehandeln.
- Die Klebstoffauswahl erfolgt anwendungsbezogen.
- Die zu klebenden Oberflächen müssen schmutz-/fettfrei und trocken sein.
- Die Klebeflächen sind möglichst großflächig auszulegen.
- Durch klebstoffgerechte Konstruktionen sind unzulässige Schälbelastungen zu vermeiden bzw. Spannungsspitzen zu reduzieren.
- Die Konstruktion ist so zu wählen, dass daraus vorzugsweise eine Scherbeanspruchung resultiert.

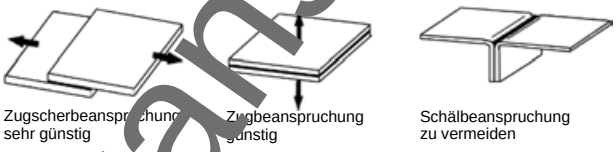

Bild 3. Arten der Klebstoffbeanspruchung.

- eine möglichst hohe, auf den Klebstoff abgestimmte Passgenauigkeit der Klebefuge (nach Herstellerangaben oder Normen),
- sachgemäße Verarbeitung des ausgewählten Klebstoffes (Herstellerhinweise beachten),
- Belastung der Klebeverbindung erst nach weitgehendem Erreichen der Endfestigkeit bzw. der Gebrauchsfestigkeit (Weiterverarbeitungshinweise beachten)

Weiterhin sind bei der Klebstoffauswahl fertigungstechnische Abläufe, Fragen der Wirtschaftlichkeit und die aktuellen Arbeitsschutz- und Sicherheitsbestimmungen zu beachten.

5 Klebstoffeinteilung

Von der Antike bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts basierten die Klebstoffe auf natürlichen Rohstoffen, wie Knochenleim, Kasein oder Stärke, die den Markt dominierten. Heute prägen die synthetischen Rohstoffe den Klebstoffmarkt. Durch die hieraus resultierenden Variationsmöglichkeiten stehen dem Anwender eine Vielzahl verschiedenster Klebstoffe zur Verfügung, die sich in ihren Eigenschaften wie Verarbeitung, Festigkeit, Temperatur- und Medienbeständigkeit oftmals wesentlich unterscheiden.

Eine systematische, verbindliche Klebstoffeinteilung existiert bis heute nicht. Die gebräuchliche Klebstoffeinteilung basiert auf dem Abbinde- und Aushärtemechanismus, Anlage 2. Es wird eingeteilt in physikalisch abbindende Klebstoffe und chemisch reagierende Klebstoffe. Bei den chemisch reagierenden Systemen ist dabei noch zwischen Einkomponenten- und Zweikomponenten Systemen (1K, 2K) sowie kalt- und warmhärtend zu differenzieren. Als Varianten in dieser Einteilungsform sind die physikalisch abbindenden Systeme mit chemischer Verfestigung, z. B. Schmelzklebstoffe mit PUR/EP Nachvernetzung anzusehen. Eine weitere Einteilungsmöglichkeit sind die Klebeformen, Anlage 2.

5.1 Physikalisch abbindende Klebstoffe

Sie sind dadurch definiert, dass der Abbindeprozess des Klebstoffes durch physikalische Vorgänge wie Trocknung, Erstarrung aus Schmelzen oder Diffusionsvorgängen erfolgt, ohne Veränderung der Komponenten im chemischen Sinne.

5.1.1 Kontaktklebstoffe

Kontaktklebstoffe sind dadurch gekennzeichnet, dass sie hochmolekulare aber chemisch nicht vernetzte polymere Komponenten (z. B. Polychloropren) enthalten, die durch Zugabe von Lösemittel in einen Viskositätszustand gebracht werden, der eine optimale Benetzung der Fügeteiloberfläche sicherstellt.

Kontaktklebstoffe müssen auf beide Fügeteile aufgetragen werden. Der Erstarrungsprozess (Ablüftezeit) erfolgt durch Trocknen vor dem Zusammenfügen. Die Klebeschichten müssen sich trocken anfühlen. Die Fügeteile werden dann unter definiertem Druck innerhalb eines bestimmten Zeitraumes (Kontaktklebezeit) zusammengepresst. Für die Festigkeit ist die Höhe des Pressdruckes entscheidend, nicht die Pressdauer.

Während und nach dem Pressen läuft ein Verzahnungsprozess zwischen den Klebstoffschichten beider Seiten ab, der die Fügeteile fest miteinander verbindet. Eine Verbesserung in der Wärmebeständigkeit und Kriechfestigkeit wird durch Einsatz von langsam wirkenden Härtern erreicht, die zu einer räumlich weitmaschigen Vernetzung im Laufe einiger Tage führen.

Aufgrund des hohen Lösemittelanteils (bis zu 80%) der klassischen Kontaktklebstoffe werden diese heute, wenn möglich, durch sogenannte Dispersionsklebstoffe ersetzt. Hierbei ist das Polymer (z. B. PU) in Wasser dispergiert. Bei den wässrigen Kontaktklebstoffen sind der deutlich längere Trocknungsprozess und eine geringe Anfangshaftung von Nachteil.

5.1.2 Dispersionsklebstoffe

Hierbei handelt es sich um (synthetische) wasserbasierte Klebstoffe auf Basis von z. B. Polyvinylacetat-Dispersionen (Homo-/Copolymere) in Kombination mit Acrylaten oder funktionellen Monomeren. Der Einsatzbereich dieser Klebstoffe ist vorrangig das Kleben von Holz. Wie bei den Schmelzklebstoffen, gibt es auch hier eine chemisch abbindende Variante, siehe Abschnitt 5.2.

Voransicht des Regelwerkes