

adhäsion

KLEBEN+
DICHTEN

Das Fachmagazin für industrielle Kleb- und Dichttechnik

Marktübersicht

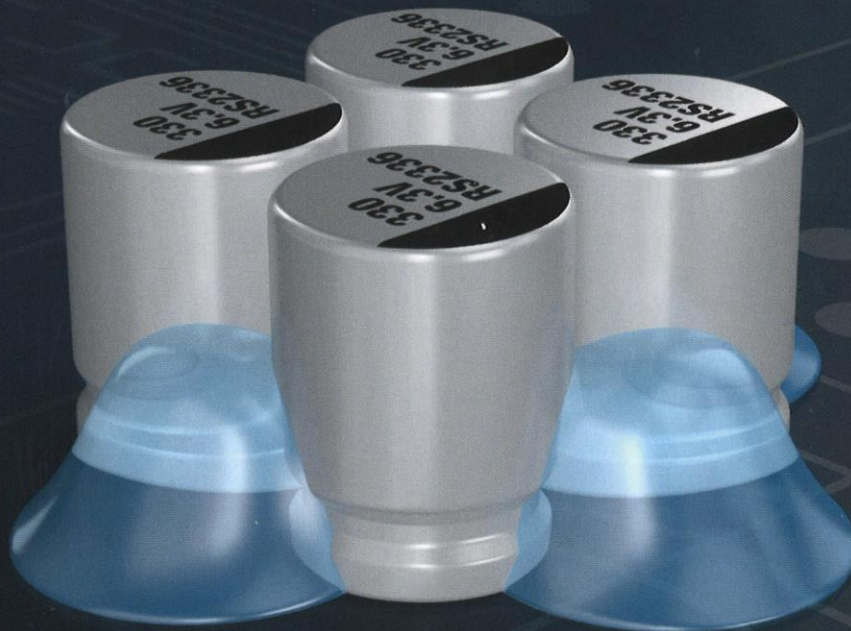
Additive für die
Klebstoffformulierung

Anwendungen

Klebebänder im
Karosseriebau

Aus Forschung und Entwicklung

Neue klebtechnische
Forschungsprojekte



Kleben von elektronischen Komponenten

**UV-feuchtenachvernetzende
Acrylatsysteme**

UV-feuchtenachvernetzende Acrylatsysteme für die Automobil- und Elektronikindustrie

UV-Klebstoffe härten in Sekundenschnelle aus und erreichen direkt nach der Vernetzung eine hohe Initialhaftung. Damit sind sie insbesondere für Anwendungen bei hohen Stückzahlen interessant. Allerdings lässt nicht jede Bauteilgeometrie ohne weiteres eine reine UV-Polymerisation zu. Neue Möglichkeiten eröffnen sich jedoch durch UV-feuchtenachvernetzende Acrylatsysteme, die keiner thermischen Nachbehandlung bedürfen.

Eike Leipold, Katharina Jörg, Heiko Fauser

Klebstoffe erfreuen sich in allen Industriebereichen zunehmender Beliebtheit. So bedienen sie von großvolumigen Vergussanwendungen bis hin zur mikrodosierten Verklebung ein breites Feld an Einsatzmöglichkeiten. Für Produkte und Fertigungskonzepte, bei denen insbesondere eine hohe Aushärtegeschwindigkeit und große Stückzahlen gefordert sind, werden meist UV-Klebstoffe verwendet, da diese in Sekundenschnelle aushärten. Durch ihre flüssigen und festen physikalischen Eigenschaften gewinnt diese Klebstofftechnologie immer mehr an Beliebtheit, da direkt nach der Vernetzung eine hohe Initialhaftung erreicht wird und der Klebstoff nicht unkontrolliert verfließt.

Doch nicht jede Bauteilgeometrie lässt eine reine UV-Polymerisation zu. Es muss sichergestellt werden, dass in Schattengebieten ein sekundärer Aushärtenschritt zur vollständigen Vernetzung des Klebstoffes beiträgt. Im Folgenden wird daher auf die Eigenschaften und Funktionsprinzipien von UV-feuchtenachvernetzenden Acrylatsystemen eingegangen. Dabei handelt es sich um eine dualhärtende Option

ohne thermisch nachgelagerte Prozesse, die immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Funktionsweise UV-feuchtenachvernetzender Acrylatsysteme

Dualhärtende Acrylatsysteme mit sekundärer Feuchtenachvernetzung sind lösungsmittelfreie, einkomponentige Klebstoffe. Die chemische Reaktion des Klebstoffes kann in zwei Funktionsprinzipien aufgeteilt werden:

- Die primäre Vernetzung dieser speziell formulierten UV-Klebstoffe basiert auf einer radikalisch vernetzenden Polymerisation, die durch die Anregung des Photoinitiators mit der passenden Wellenlänge und Intensität gestartet wird. In dem hier angesprochenen System ist die Verwendung von LED-Wellenlängen von 365 nm, 405 nm oder das UV-A-Spektrum der geeignete Prozessparameter für eine zielgerichtete Aushärtung. Dieser Photoinitiator, der als ein in die Klebstoffformulierung eingearbeitetes Startermolekül fungiert, startet mit der Acrylatbasis eine radikalische

Verknüpfung von Monomeren und den Acrylatgruppen der Isocyanat-acrylate innerhalb von Sekunden und bildet eine Polymerstruktur aus. Dadurch wird eine erste Verbundfestigkeit aufgebaut.

- Die Isocyanatgruppen der Isocyanat-acrylate können dann im Sekundärmechanismus – ohne weitere Energiezufuhr – durch die Luftfeuchtigkeit weiter vernetzen. Wie in *Tabelle 1* zu sehen, kann durch diesen sekundären Mechanismus nach einigen Tagen die finale Haftfestigkeit erreicht werden. Somit können UV-härtende Systeme auch ohne direkte Bestrahlung in den Schattengebieten vollständig aushärten. Die Aushärtegeschwindigkeit der Feuchtenachvernetzung kann durch die relative Luftfeuchtigkeit beeinflusst werden.

Technische Eigenschaften und Prozessmöglichkeiten

Um die Einsatzbereiche der dualhärtenden Acrylatsysteme im nächsten Abschnitt herauszustellen, bedarf es zuerst einer nähe-

	Härte Shore D	Verbundfestigkeit (N/Chip*)
Nach UV-Härtung**	15	22
+1 Tag Feuchtehärtung***	22	37
+2 Tag Feuchtehärtung	40	96
+3 Tag Feuchtehärtung	50	102
+4 Tag Feuchtehärtung	56	122
+5 Tag Feuchtehärtung	60	131
+6 Tag Feuchtehärtung	63	140
+7 Tag Feuchtehärtung	64	143
+8 Tag Feuchtehärtung	64	142

*Keramik-Widerstand-Chip 1206 (3,2 *1,6 mm). Der Keramikchip, der keine Lichtdurchlässigkeit aufweist, wird mit Klebstoff auf PCB verklebt, UV-Strahlung härtet nur den Klebstoff an der Kante und fixiert den Chip. Der Klebstoff unter der Form wird durch Feuchtigkeit im Laufe der Zeit ausgehärtet.

**UV-Härtung: UVA-Lampe, Fe-dotiert, 60 mW/cm², 30 s

***Feuchtehärtung: 25 °C, 50 % relative Luftfeuchtigkeit

© Panacol

Tabelle 1 > Verdeutlichung des Verbundfestigkeitsanstiegs bei Sättigung der Isocyanatgruppen durch Luftfeuchtigkeit

ren Betrachtung der physikalischen Eigenschaften im flüssigen und festen Zustand. Der modifizierbare Viskositätsbereich dieser UV-Acrylate kann von niedrigviskosen Produkten bis hin zu standfesten, gelartigen Formulierungen reichen. Niedrigviskose, newtonsche Fluide sind hier zum Beispiel scherratenunabhängig und können mit gleichbleibenden Viskositätsbereichen eingesetzt werden. Das ist für den Anwender insbesondere dann wichtig zu wissen, wenn Prozessparameter geändert werden müssen, ohne einen Einfluss auf die Viskosität und – damit verbunden – auf das Fließverhalten des Klebstoffes zu nehmen.

Strukturviskose, scherverdünnende Klebstoffe haben den Vorteil, dass der Anwender dieser Systeme mit den Parametern, wie Temperatur und Scherrate, Druck, dosiertes Volumen oder Nadeldurchmesser, beispielsweise die Fließeigenschaften maßgeblich beeinflussen kann. So ist es etwa möglich, einen standfesten Klebstoff mit hohem Thixotropieindex gezielt durch seine scherverdünnenden Eigenschaften als „Edge Bonder“ für Kondensatoren auf Leiterplatten zu dosieren (Bild 1).

Die schnelle Erreichung der Standfestigkeit nach dem Dosierprozess verhindert das horizontale Wegfließen des Klebstoffes. In Sekundenschnelle kann der Klebstoff dann im Inlineprozess mit UV-Licht ausgehärtet werden. Nicht ausgehärtete Monomere in Schattenbereichen zwischen und unterhalb der Kondensatoren werden durch die Feuchtenachvernetzung stressfrei nachgelagert vernetzt. Für eine

optische Kontrolle ist die zusätzliche Ein- arbeitung von Fluoreszenzmarkern möglich, die mit kurzwelligem Licht angeregt werden können. Als weitere Alternative ist es möglich, die UV-feuchtenachvernetzen- den Acrylatsysteme mit einem Farbzusatz zu versehen. Dies hat jedoch einen

Einfluss auf das Absorptionsverhalten der eingesetzten Intensität, was sich in Durch- härtetiefe und Aushärtegeschwindigkeit widerspiegelt.

Die Isocyanatacrylate wurden speziell für hohe Haftfestigkeiten auf Kunststoffen, Metall und Glas entwickelt. Durch die unterschiedlichen Eigenschaften hinsichtlich thermischem Ausdehnungskoeffizienten, Bruchdehnung und Elastizitätsmodul können sie vielseitig eingesetzt werden. Flexible Systeme mit hoher Bruchdehnung werden speziell für Folien oder schockbeständige Anwendungen eingesetzt. Steifere Systeme mit hoher Haftfestigkeit und geringer Bruchdehnung hingegen eignen sich für feste Verbindungen zwischen konstruktiven Bauteilen. Die Durchschlagsfestigkeit von teilweise über 25kV/mm und die gute Verträglichkeit mit Flussmittelrückständen sind weitere Vorteile dieser Systeme beim Einsatz in der Automobil- und Elektronikindustrie. Die elektronikgerechte Formulierung der Systeme bringt einen Electronic-Grade-Ionengehalt mit sich, wodurch verhindert wird, dass sich auf metallischen Oberflächen Korrosionseffekte durch den Klebstoff auswirken.

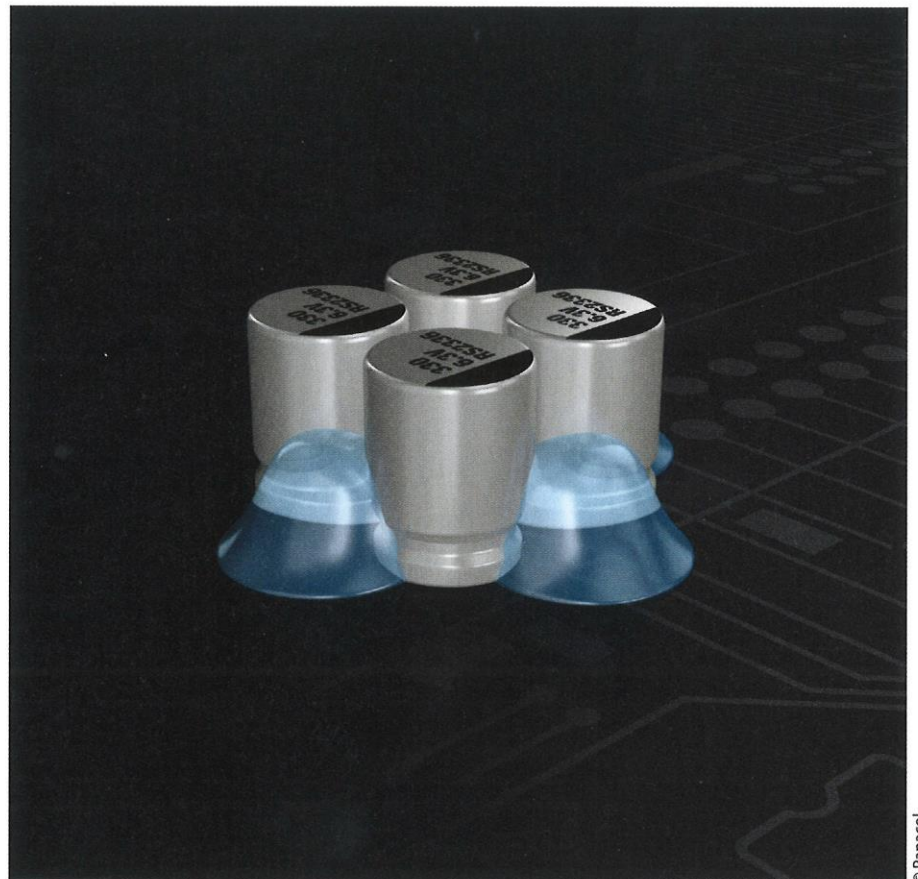


Bild 1 > Verwendung des Produkts Vitalit UD8050 als „Edge Bonder“ von Kondensatoren

© Panacol

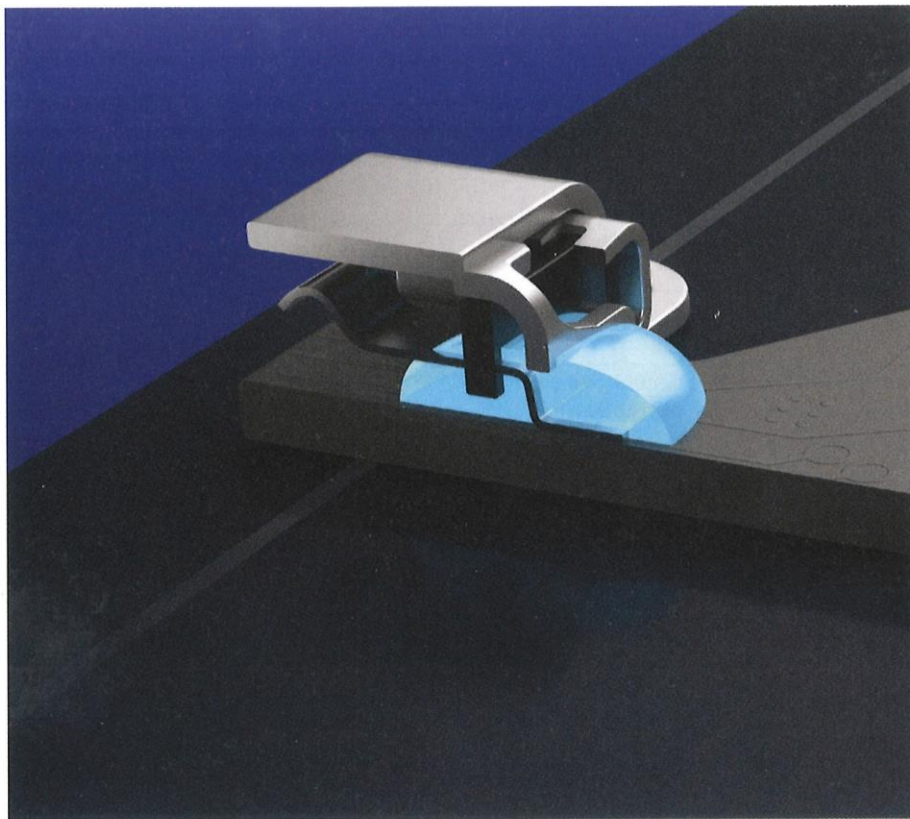


Bild 2 > Typischer Konnektorenverguss: Das Schnittbild zeigt eine Anwendungsmöglichkeit des UV-Klebstoffes in blau zur visuellen Verdeutlichung.

Anwendungsbereiche in der Automobil- und Elektronikindustrie

Bauteile werden immer kleiner, die Anzahl an Elektronikkomponenten immer größer und die Anforderungen an die Klebstoffsysteme immer höher. Dualhärtende UV-Acrylate mit der möglichen Feuchtenachvernetzung haben

hier einen großen Vorteil: Sie ermöglichen die Fertigung von hohen Stückzahlen pro Stunde ohne nachgelagerte Ofenprozesse und thermische Stresswirkung.

Durch diese Technologie eröffnen sich viele Anwendungsfelder auf elektronischen Leiterplatten, in denen die Temperaturobergrenze immer geringer wird, da tem-

peratursensible Substrate und Bauteile immer öfter zum Tragen kommen. Thermisch nachhärtbare Systeme vernetzen meist erst ab Temperaturen von 80 °C und mehr und müssen daher tiefgefroren versandt und gelagert werden. Isocyanacrylate hingegen können einfach kühl oder sogar bei Raumtemperatur gelagert und dann versendet werden.

Ein vielseitiger Einsatzzweck der UV-feuchtenachvernetzenden Systeme sind Anwendungen auf Leiterplatten. Dazu gehören niedrig- bis mittelviskose, flexible „Underfills“ oder Verklebungen von SMD-Bauteilen auf der Leiterplatte. Dies geschieht durch das Anblitzen des sichtbaren Klebstoffüberstandes mittels UV-Licht und der nachträglichen Härtung durch die Luftfeuchtigkeit. Eine thermische Härtung unter den nicht lichtdurchlässigen SMD-Bauteilen entfällt.

Weitere Ansatzpunkte auf Leiterplatten sind der bereits beschriebene Anwendungsbereich von Edge- oder Corner-Bondern, Bauteilsicherungen gegen Schock und Vibration sowie mechanische Unterstützung von Bonddrähten gegen Umwelteinflüsse. Appliziert werden die UV-Acrylate entweder bei Kondensatoren oder Steckern und Pins. Die Auswahl an verschiedenen Formulierungen hinsichtlich Flexibilität, Elastizitätsmodul und Reißfestigkeit bieten hier ein breit aufgestelltes Charakterspektrum der Acrylatechnologien.

Auch bei Vergussanwendungen von Elektronikplatinen in Gehäusen oder beim Verguss von Steckern und Konnektoren bietet die Verwendung von Isocyan-



Bild 3 > Korrosionsschutz mit dem Produkt Vitralit UD8050 MV F auf Schweißstellen zwischen Aluminiumträger und Kupferlitze

acrylaten Vorteile (Bild 2). Hier ist ebenfalls primär die Möglichkeit der schnellen Taktzeiten zu nennen, da gewöhnliche Vergussmassen entweder nur mit Temperaturbeaufschlagung oder mehrere Stunden bei Raumtemperatur zur Vernetzung benötigen. Die dabei vergossenen Bauteile müssen vor Feuchtigkeit und teilweise vor Chemikalien geschützt werden.

Im Bereich der Elektromobilität finden sich immer mehr Schnittstellen zu Elektronikanwendungen, da sich die Anzahl von Sensoren, Reglern und Elektronikanbindungen immens erhöht. Was früher oft getrennt voneinander gefertigt und später zusammengebaut wurde, wird heute zumeist ineinander integriert und modular aufgebaut. Auch in der Batterietechnologie kommen feuchtenachvernetzende Acrylatsysteme zum Einsatz, etwa als Korrosionsschutz und Verkapselungsmasse von Schweißstellen auf Zellkontaktiersystemen oder als Litzenschutz beziehungsweise -versteifung (Bild 3). Da es hier oft zu Schattenzonen wegen der lichtun-

durchlässigen Metallsubstrate kommt, ist die dualhärtende Acrylattechnologie ein sehr gutes Klebverfahren für schnelle Fertigungsprozesse und Inline-Qualitätskontrolle.

Zudem trifft man immer häufiger auf Vergussanwendungen von bestückten PCBs und Gehäusematerialien für Innenraumensoren, die schnell, prozesssicher und in hohen Stückzahlen vergossen werden müssen. Mit der Kombination aus einem Jet-Prozess und der thermisch stressfreien UV-Acrylatlösung, die mit Hilfe von LED-Licht innerhalb von 1 bis 2 s aushärtet, kann so eine gute und flexibilisierte Vergusslösung gefunden werden, die eine ideale Haftfestigkeit zwischen PCB und beliebigen Gehäusematerialien, wie PC, PBT und PA, ermöglicht.

Fazit und Ausblick

Schnelle Aushärtung, prozesssichere Kleblösungen und thermisch stressfreie Produktionsprozesse sind Vorteile von

UV-Isocyanatacrylaten. Damit eröffnen sich für die Industrie viele Möglichkeiten für Klebprozesse und Prozessauslegungen. Die vielseitig einstellbaren Acrylatsysteme treffen auf ein breites Spektrum von Anwendungen und Industrien, speziell in der Fertigung von Automotive-, Consumer- und Industrieelektronik. //

Die Autoren

Eike Leipold

– korrespondierender Autor –
(eike.leipold@panacol.de)

Katharina Jörg

Heiko Fauser

Panacol-Elosol GmbH, Steinbach (Taunus)

Aufstiegsstoff

Wirkt schon in kleiner Dosis.

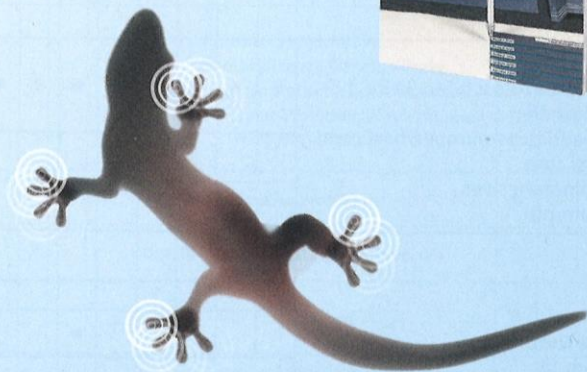
Wer nach oben will braucht **adhäsion**, die einzige deutsche Fachzeitschrift für industrielle Kleb- und Dichttechnik: Wertvolles Insiderwissen, praxisrelevante Informationen und neueste Trends und Technologien.

Ihre Abovorteile:

- ✓ 10 Ausgaben im Jahr
- ✓ Jede Ausgabe inkl. E-Magazin – NEU!
- ✓ „Handbuch Klebtechnik“ kostenlos für Abonnenten
- ✓ Freier Zugriff auf das Online-Archiv mit Fachbeiträgen seit 2003
- ✓ Keinerlei Risiko, jederzeit kündbar

Jetzt 2 Ausgaben kostenlos testen:

www.meinfachwissen.de/adhaesion



adhäsion KLEBEN+DICHTEN