



[Zum Lösungspartner](#)

[Weitere Infos](#)

Kleben. Klebstoffe

UV-feuchtenachvernetzende Acrylsysteme als thermisch stressfreie
Klebelösungen für Schattenbereiche (Bild: Panacol-Elosol GmbH)

Thermisch stressfreie Kleblösungen

UV-feuchtenachvernetzende Acrylatsysteme für die Automobil- und Elektronikindustrie

AUTOMOTIVE, ELEKTRONIK – Diese Branchen stellen – getrieben durch aktuelle Entwicklungen in E-Mobility, Energiewende, Digitalisierung etc. – wachsende Anforderungen an Klebsysteme. Die Temperatur, der Bauteile ausgesetzt werden dürfen, ist dabei oft ein limitierender Faktor. UV-feuchtenachvernetzende Acrylatsysteme bieten eine Lösung für solche Probleme.

Klebstoffe erfreuen sich in allen Industriebereichen zunehmender Beliebtheit. Von großvolumigen Vergussanwendungen bis hin zur mikrodosierten Verklebung bieten sie 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 zuverlässig aushärten. Durch ihre physikalischen Eigenschaften in flüssigem und festem Zustand gewinnt diese Klebstofftechnologie immer mehr an Beliebtheit, da direkt nach der Vernetzung eine hohe Initialhaftung erreicht wird und es kein unkontrolliertes Verfließen des Klebstoffs gibt.

Doch nicht jede Bauteilgeometrie lässt eine reine UV-Polymerisation zu: In Schattenbereichen oder Bauteilunterschneidungen ist ein sekundärer Aushärteschritt zur vollständigen Vernetzung des Klebstoffs notwendig. Nachfolgend wird auf die Eigenschaften und Funktionsprinzipien von UV-feuchtenachvernetzenden Acrylatsystemen eingegangen – einer dualhärtenden Option ohne thermisch nachgelagerte Prozesse, die immer mehr an Bedeutung gewinnt. Diese Technologie ermöglicht schnelle Zykluszeiten und hohe Stückzahlfertigung, ohne dass temperatursensible Elektronik oder Bauteile thermischer Belastung ausgesetzt werden.



Von Eike Leipold, Vertriebsleiter, und
Dr. Heiko Fauser, Forschung & Entwicklung



Zum Lösungspartner

Panacol-Elosol GmbH
www.panacol.de

Funktionsweise von UV-feuchtenachvernetzenden Acrylatsystemen

Dualhärtende UV-Feuchte-Klebstoffe sind 1K-Klebstoffe auf Acrylatbasis. Sie härten primär über UV-Vernetzung aus und verfügen darüber hinaus über eine sekundäre Feuchtenachvernetzung für Schattenbereiche. Die chemische Reaktion für die Aushärtung 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 per UV-Aushärtegerät mit der passenden Wellenlänge und der entsprechenden Intensität gestartet wird. Je nach Initiator können LEDs mit Wellenlängen von 365 nm oder 405 nm oder es kann das UV-A-Spektrum von Gasentladungslampen zur Aushärtung verwendet werden. Dieser Photoinitiator, der als ein in die Klebstoffformulierung eingearbeitetes Startermolekül fungiert, beginnt durch die UV-Bestrahlung mit der Acrylatbasis eine radikalische Vernetzung von Monomeren mit den Acrylatgruppen der Isocyanatacrylate. Dies geschieht innerhalb von Sekunden. Durch die Vernetzung bildet sich eine Polymerstruktur aus und eine erste Verbundfestigkeit wird aufgebaut.
- Die Isocyanatgruppen der Isocyanatacrylate können dann im Sekundärmechanismus, ohne weitere Energiezufuhr durch Luftfeuchtigkeit weitervernetzen. Durch diesen sekundären Mechanismus wird nach einigen Tagen die finale Haftfestigkeit erreicht. Somit können UV-härtende Systeme auch ohne direkte Bestrahlung in den Schattenzonen vollständig aushärten. Die Aushärtegeschwindigkeit der Feuchtenachvernetzung kann durch die relative Luftfeuchtigkeit beeinflusst werden.

Technische Eigenschaften und daraus resultierende Prozessmöglichkeiten

Um die optimalen Einsatzbereiche der dualhärtenden Acrylatsysteme zu ermitteln, bedarf es zuerst einer näheren Betrachtung der physikalischen Eigenschaften im flüssigen und im festen Zustand.

Der Viskositätsbereich dieser UV-Acrylate kann von niedrigviskosen Produkten bis hin zu standfesten, gelartigen Formulierungen reichen. Niedrigviskose, sich newtonisch verhaltende Produkte sind hier z.B. scherratenunabhängig und können mit gleichbleibenden Viskositätsbereichen eingesetzt werden. Das ist für Anwendende insbesondere dann wichtig, wenn Prozessparameter geändert werden müssen, ohne Einfluss auf die Viskosität – und damit verbunden auf das Fließverhalten des Klebstoffes zu nehmen.

Strukturviskose, scherverdünnende Klebstoffe hingegen haben den Vorteil, dass Anwendende diese Systeme mit den Parametern von Temperatur und Scherrate (Druck,



Bild 1: Verwendung von Vitralit® DU 8050 als Edge Bonder von Kondensatoren (Bild: Panacol)

dosiertes Volumen, Nadeldurchmesser, usw.) die Fließeigenschaften maßgeblich beeinflussen können. So ist es z.B. möglich, einen standfesten Klebstoff mit hohem Thixotropieindex gezielt durch seine scherverdünnenden Eigenschaften als Edge Bonder für Kondensatoren auf Leiterplatten zu dosieren (**Bild 1**). Das schnelle Erreichen der Standfestigkeit nach dem Dosierprozess verhindert das horizontale Wegfließen des Klebstoffs. In Sekundenschnelle kann der Klebstoff

dann im Inlineprozess mittels UV-Bestrahlung ausgehärtet werden. Nicht ausgehärtete Monomere in Schattenbereichen zwischen und unterhalb der Kondensatoren werden dann durch die Feuchtenachvernetzung stressfrei nachgelagert polymerisiert.

Für eine optische Kontrolle ist die zusätzliche Einarbeitung von Fluoreszenzmarkern möglich, die mit kurzwelligem Licht angeregt werden können. Alternativ besteht die Möglichkeit, die UV-feuchtenachvernetzende Acrylatsysteme mit einem Farbzusatz zu versehen. Dies hat jedoch Einfluss auf das Absorptionsverhalten der eingesetzten Strahlung, was sich in niedrigerer Durchhärtetiefe und Aushärtegeschwindigkeit widerspiegelt.

Die Isocyanat-acrylate wurden speziell für hohe Haftfestigkeiten auf Kunststoffen, Metall und Glas entwickelt. Durch die unterschiedlichen Eigenschaften hinsichtlich Ausdehnungskoeffizienten (CTE), Bruchdehnung und E-Modul können sie vielseitig eingesetzt werden. Flexible Systeme mit hoher Bruchdehnung werden besonders für Verklebungen von 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 > 25 kV/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 niedrigen Ionengehalt mit sich, wodurch verhindert wird, dass auf metallischen Oberflächen Korrosionseffekte durch den Klebstoff entstehen.

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 (unit per hour) ohne nachgelagerte Ofenprozesse und thermischer Stresseinwirkung.

Durch diese Technologie eröffnen sich viele Anwendungsfelder auf elektronischen Leiterplatten, da hier Substrate und Bauteile oft temperatursensibel sind. Denn thermisch nachhärtbare Systeme vernetzen meist erst ab Temperaturen von 80 °C. UV-feuchtenachvernetzenden Systeme sind für Anwendungen auf Leiterplatten daher die bessere Option. Zu den Anwendungen gehören niedrig- bis mittelviskose, flexible Underfills oder Verklebungen von SMD-Bauteilen auf der Leiterplatte. Dies geschieht durch das Bestrahlen des sichtbaren Klebstoffüberstandes mittels UV-Licht und der nachträglichen Härtung durch die Luftfeuchtigkeit. Die thermische Härtung unterhalb der nicht-lichtdurchlässigen SMD-Bauteile entfällt. Weitere Einsatzbereiche auf Leiterplatten sind Edge- oder Corner-Bonder, Bauteilsicherungen gegen Schock und Vibration und mechanische Unterstützung von Bonddrähten gegen Umwelteinflüsse. Die Auswahl an verschiedenen Formulierungen hinsichtlich Flexibilität, Elastizitätsmodul und Reißfestigkeit bietet hier ein breites Spektrum.

Auch bei Vergussanwendungen von Elektronikplatinen in Gehäusen oder beim Verguss von Steckern und Konnektoren (**Bild 2**) bietet die Verwendung von Isocyanat-acrylaten weitere Vorteile. Hier ist primär die Möglichkeit der schnellen Taktzeiten zu nennen, da gewöhnliche Vergussmassen entweder nur mit Hitze aushärten oder mehrere Stunden bei Raumtemperatur zur Vernetzung benötigen.



Bild 2: Typischer Konnektorenverguss mit Schattenbereich. Das Schnittbild zeigt eine Anwendungsmöglichkeit des UV-Klebstoffs (in Blau zur visuellen Verdeutlichung)

(Bild: Panacol)

Wenn Verkapselungen, Verbindungen, strukturelle Verklebungen oder Klebstellen allgemein über lange Zeit thermischer Belastung standhalten müssen, sollten Klebstoffe mit einem hohen Glasübergangsbereich (T_g) gewählt werden. Hierfür wurden spezielle dualhärtende UV-Feuchte-Klebstoffe mit einem T_g von > 100 °C entwickelt, die sicherstellen, dass



Bild 3: Korrosionsschutz mit Vitralit® auf Schweißstellen zwischen Aluminiumträger und Kupferlitze (Bild: Panacol)

sich thermische Ausdehnungskoeffizienten im Einsatzbereich homogen verhalten. Dadurch wird verhindert, dass der Klebstoff unter Hitzeeinfluss an Haftfestigkeit verliert oder immense Spannungen zwischen Bauteilen und Klebstoff zu Ablösungen oder Abrissen in der Elektronik führen. Entwickelt wurden diese Klebstoffe vor allem für die Fertigung von Sensoren, PCBs und Flex-PCBs im Bereich der Elektronik und Automobilelektronik. Diese Komponenten sind meist für den Einsatz bis 100 °C ausgelegt, sodass Acrylatsysteme mit einem Tg > 100 °C die ideale Lösung für solche Anwendungsbereiche darstellen.

Im Bereich der E-Mobility finden sich immer mehr Schnittstellen zu Elektronikanwendungen, da sich die Anzahl von Sensoren, Reglern und Elektronikanbindungen immens vervielfacht. 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 bzw. -versteifung (**Bild 3**). Da es hier oft zu Schattenzonen wegen der lichtundurchlässigen Metallsubstrate kommt, ist die dualhärtende Acrylattechnologie ein sehr gutes Klebstoffsystem für schnelle Fertigungsprozesse und Inline-Qualitätskontrolle.

Zudem trifft man immer häufiger auf Vergussanwendungen von bestückten PCB und Housing-Materialien für Innenraumsensoren, die schnell, prozesssicher und in hohen Stückzahlen vergossen werden müssen. Die Kombination aus einem schnellen und präzisen Dosierprozess und der thermisch stressfreien UV-Acrylatlösung, die mithilfe von LED-Strahlung innerhalb von 1 bis 2 s aushärtet, ergibt eine gute und flexibilisierte Vergusslösung, die eine ideale Haftfestigkeit zwischen dem PCB und beliebigen Gehäusematerialien wie PC, PBT und PA aufbaut.

UV-feuchtenachhärtende Klebstoffe sind einfach zu in der Handhabung: Sie sind lösungsmittelfrei und einkomponentig. Im Gegensatz zu thermisch härtenden Kleb-

stoffen, die meist tiefgefroren versendet und gelagert werden müssen, können UV-Feuchte-Isocyanatacrylate hingegen einfach kühl, oder sogar nur bei Raumtemperatur gelagert und versendet werden.

Ausblick

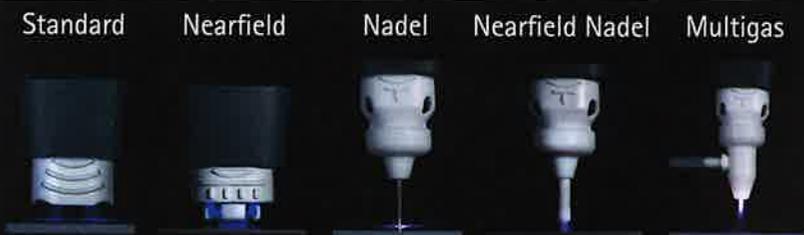
Einfache Handhabung, schnelle Aushärtung, prozesssichere Kleblösungen und thermisch stressfreie Produktionsprozesse – die Vorteile, die durch UV-Isocyanatacrylate geschaffen werden, öffnen für die Industrie viele Möglichkeiten für effiziente Klebprozesse und Prozessauslegungen. Die vielseitig einstellbaren Acrylatsysteme treffen auf ein breites Spektrum von Anwendungen und Industrien. Speziell in der Elektronikfertigung von Automotive-, Consumer- und Industrieelektronik gibt es immer mehr Anwendungsbereiche, die dieses Klebstoffsystem bedienen kann.

 **Zum Lösungspartner**

 **piezobrush® Wechselmodule:**
flexible Vorbehandlung mit Plasma

Vielfältige Plasmalösungen für Ihre Materialien und Prozesse

Eine Oberflächenmodifikation mit Plasma kann die Haftung signifikant erhöhen. Für unsere Produktlinie piezobrush® PZ3 und PZ3-i stehen Ihnen dabei fünf Wechselmodule zur Auswahl.



Geeignet für:

- ♦ die Vorbehandlung von leitfähigen und nicht-leitfähigen Materialien
- ♦ die Aktivierung von kleinen und schwer zugänglichen Bereichen
- ♦ den Betrieb mit Druckluft, Stickstoff, Argon und Helium

www.relyon-plasma.com

relyon plasma
A TOK GROUP COMPANY