

Dichtkleben: Schnelle Prozesse in der Schalterfertigung

Bei der Herstellung von Mikroschaltern z. B. für den Automotivebereich stehen zwei Anforderungen im Vordergrund: Schnelle und sichere Prozesse für große Stückzahlen sowie höchste Zuverlässigkeit. Ein wichtiger Produktionsschritt ist das Abdichten der Schaltergehäuse und ihrer Anschlüsse. Sehr erfolgreich werden dazu lichthärtende Klebstoffe eingesetzt, die in Sekunden aushärten, einfach zu verarbeiten und sehr leistungsfähig sind.

Elektrische Schalter stehen heute am Markt in einer Vielzahl von Ausführungen und für die verschiedensten Anwendungsfälle zur Verfügung. Die Einsatzbereiche reichen von Haushaltsgeräten über die Unterhaltungselektronik bis zu Automotiveanwendungen. Ebenso vielfältig sind die Aufgabenstellungen an die Klebstoffe und Vergussmassen. So müssen Anschlusspins abgedichtet, Bauteile verklebt oder Gehäuseteile dicht vergossen werden.

Neue Kunststoffe und Materialkombinationen erfordern auch hier zunehmend den Einsatz von neuen Klebstoffsystemen. Besonders Anwendungen für den Automotive-Bereich mit hohen Stückzahlen und Qualitätsanforderungen verlangen schnelle, inlinefähige Klebprozesse, die kurze Taktzeiten zusammen mit einer sicheren Prozesskontrolle verbinden. Zweikomponentige oder wärmehärtende Klebstoffe und Vergussmassen erfüllen diese Anforderungen nur unzureichend. Die aufwändige und wartungsintensive Anlagentechnik für zweikomponentige Systeme ist besonders für geringe Klebstoffmengen nur bedingt geeignet. Wärmehärtende Klebstoffe erfordern hohe Investitionen für die Aushärteöfen und verursachen hohe Betriebskosten. Strahlungshärtende Klebstoffe werden durch ihre einfache Dosierbarkeit und schnelle Aushärtung den Anforderungen häufig weit besser gerecht und bieten somit eine interessante Alternative.

Erfolgreich in Serie eingesetzt

Bei der Herstellung von Mikroschaltern für den Automotivebereich besteht z. B. die Anforderung, das Gehäuse mit dem Boden zu verkleben und gleichzeitig die Anschlusspins abzudichten.

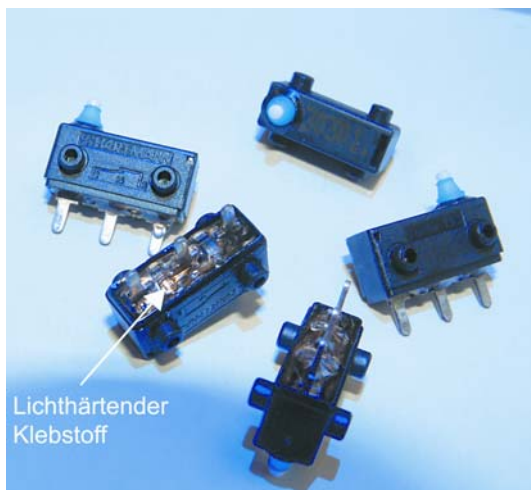


Abb. 1: Bei diesen Mikroschaltern werden mit einem lichthärtenden Klebstoff in einem Schritt der Boden in das Gehäuse geklebt und die Anschlusspins abgedichtet

Die Prozesssicherheit steht besonders im Vordergrund, da diese Mikroschalter in sicherheitsrelevanten Baugruppen wie Airbag-Deaktivierungsschaltern oder zur Überwachung des Gurtschlusses verwendet werden. Gleichzeitig muss der Prozess für sehr hohe Stückzahlen geeignet sein und somit kurze Taktzeiten zulassen. Gelöst wurde dies durch den Einsatz eines niedrigviskosen und fluoreszierend eingestellten DELO-KATIOBOND-Klebstoffs. Dieser wird innerhalb eines Takts von zwei Seiten in die Kavität des Bauteils eingefüllt. Die konstante Viskosität und gleich bleibenden Fließeigenschaften des Klebstoffs sind sehr wichtig, um eine vollständige Benetzung und Abdichtung zu sichern, ohne in den Gehäusespalt zu kapillieren. Im nächsten Maschinentakt erfolgt innerhalb einer Sekunde die Aushärtung mittels eines mikrowellenangeregten Flächenstrahlers. Durch das eingebrachte Fluoreszenzmittel kann der Klebstoffauftrag mit einem Kamerasystem vollautomatisch überprüft werden und fehlender Klebstoff oder eventuelle Verunreinigungen an den Anschlusspins des Bauteils zuverlässig detektiert werden. Unregelmäßigkeiten z. B. durch Dosierprobleme können direkt nach der Aushärtung innerhalb weniger Sekunden automatisch erkannt und die Anlage gegebenenfalls gestoppt werden. Bei warmhärtenden Klebstoffen können solche Fehler im Allgemeinen erst viel später nach der Ofenhärtung erkannt werden, wenn bereits viele weitere Ausschussteile produziert wurden.

Ein weiteres Beispiel ist der Pinverguss von Kurzhubtastern, die für Folientastaturen und Bedienpanels eingesetzt werden. Bei diesen Tastern müssen die Anschlusspins in das PBT-Gehäuse eingeklebt und gleichzeitig gegen Medieneinwirkungen abgedichtet werden. Die Härte des Klebstoffs hat hier einen wesentlichen Einfluss auf die Haptik, also das spürbare Schaltverhalten des Tasters. Der Klebstoff muss somit auch hinsichtlich seiner mechanischen Eigenschaften an die Anforderungen des Kunden angepasst sein.



Abb 2.: Bei der Pinabdichtung an Kurzhub-Tastern wird ein Rot eingefärbter, licht-härtender Klebstoff verwendet, der in 5 s mit Hilfe von Lichtleiterlampen aushärtet.

Vor der Umstellung auf einen rot eingefärbten Klebstoff DELO-KATIOBOND wurde für den Verguss ein einkomponentiges, warmhärtendes Epoxidharz verwendet. Die Viskosität musste durch Zugabe von gesundheitsgefährdenden Lösemitteln eingestellt werden. Für die Klebstoffaushärtung war eine lange Ofenstrecke notwendig mit entsprechend hohem Platzbedarf und hohen Energiekosten. Da der Durchlaufofen entfiel, ließ sich die lichthärtende Klebtechnik kostenneutral in die bestehende Fertigung integrieren. Zudem konnten durch den Einsatz des strahlungshärtenden Epoxids die Taktzeiten erheblich reduziert werden. Die notwendige Belichtungszeit bis zur Anfangsfestigkeit liegt bei 5 Sekunden. Enge Viskositätsgrenzen beim Klebstoff ermöglichen ein gleich bleibendes Fließverhalten. Gleichzeitig erlaubt die rote Einfärbung des Klebstoffs auch hier die einfache und schnelle Auftragskontrolle. Neueste Untersuchungen zeigen, dass der Klebstoff auch für die anschließenden bleifreien Lötprozesse mit höheren Temperaturanforderungen gut geeignet ist.

Lichthärtende Epoxidharze: Was macht den Unterschied?

In den genannten Beispielen zeichnen sich die Vorteile der lichthärtenden Epoxide im Bereich des Dichtklebens bereits ab. Sie sind einfach zu verarbeiten, erreichen schnell ihre Anfangsfestigkeit und sind dabei sehr temperaturbeständig. Die chemische Struktur von Epoxiden ermöglicht kurzzeitige Belastungen bis +300 °C (z. B. bei Lötprozessen). Die für die Mikroelektronik optimierten Epoxide besitzen darüber hinaus einen sehr niedrigen Ionengehalt. Dies gilt besonders für die korrosiv wirkenden Ionen wie z. B. Cl⁻, Na⁺, K⁺. Lichthärtende Epoxidharze, DELO-KATIOBOND, sind in abgestuften Flexibilitätseinstellungen von hart bis spannungsausgleichend erhältlich und verfügen im ausgehärteten Zustand über eine trockene Oberfläche.

Einfache Verarbeitung im Prozess

Im unausgehärteten, flüssigen Zustand besitzen lichthärtende Epoxide eine Vielzahl von Eigenschaften, die eine einfache und sichere Handhabung ermöglichen.

- Lösungsmittelfrei: Die lösungsmittelfreien Produkte genügen höchsten Ansprüchen an die Arbeitsplatzsicherheit und den Umweltschutz.
- Einkomponentig: Alle PI-Klebstoffe bestehen aus nur einer Komponente. Kosten- und wartungsintensive zwei-Komponenten-Misch- und Dosieranlagen sind nicht notwendig. Qualitätsmindernde Mischfehler und/oder das Einrühren von Luftblasen sind ausgeschlossen.
- Abgestimmte Viskosität: DELO stellt zahlreiche Standardprodukte der Produktgruppe DELO-KATIOBOND in unterschiedlichster Viskosität zur Verfügung. Dies ermöglicht für jeden Anwendungsfall die Auswahl eines Produkts mit geeignetem Fließverhalten von kapillar bis standfest.
- Einfaches und flexibles Auftragen des Klebstoffs: Dosieren, Sieb- oder Schablonendruck für zweidimensionale Flächenauftragung, Sprühen für zwei- oder dreidimensionale Flächenauftragung

In vielen industriellen Anwendungen wird aufgrund der Fügeteilgeometrien das Dosieren bevorzugt. Die gebräuchlichsten Dosierarten sind z. B. die Druck-Zeit-Dosierung oder die Volumendosierung.

Ideal für kurze Taktzeiten: Schnelle Aushärtung mit Licht

Durch die Bestrahlung des lichthärtenden Klebstoffs mit hochenergetischem Licht lassen sich Anfangsfestigkeiten bereits nach wenigen Sekunden erreichen. Die Abstimmung der UV-Einheit mit dem Klebstoff ist ein wichtiger Parameter für den Einsatz licht- und UV-härtender Klebstoffe. Der Markt stellt eine Vielzahl unterschiedlichster Lampensysteme zur Verfügung. Die Auswahl eines optimalen Geräts für einen Anwendungsfall ist dabei in den meisten Fällen durch die Art des verwendeten Klebstoffs und die prozesstechnischen Rahmenbedingungen stark beeinflusst. Aushärtegeschwindigkeit und Aushärtegrad eines lichthärtenden Klebstoffs stehen in direktem Zusammenhang mit dem Emissionsspektrum und der Intensität des Lampensystems. Je nach Anwendungsfall gibt es Aushärtelampen, welche eine großflächige Bestrahlung ermöglichen oder nur eine punktuelle Belichtung kleiner Flächen erlauben. Wichtig bei allen Lampentypen ist eine regelmäßige Überprüfung der Strahlungsintensität, um eine gleich bleibende Qualität der Aushärtung zu gewährleisten. DELO hat jüngst die neue LED-Lampe DELOLUX 80 entwickelt: Dadurch ist jetzt die Polymerisierung von photoinitiert härtenen Klebstoffen möglich, die bisher ausschließlich über klassische Entladungslampen ausgehärtet wurden. Insbesondere bei schnellen und zuverlässigen Prozessen kommt die LED-Punktlichtquelle zum Einsatz. Der Vorteil: Die LED kann beliebig oft an- und ausgeschaltet werden und muss im Prozess nur in der Zeit leuchten, in der die eigentliche Härtung stattfindet. Ein weiterer Vorteil: Leuchtdioden lassen sich unbegrenzt regeln, die Intensität kann durch die Vorgabe des Stromes stufenlos zwischen 0% und 100 % eingestellt werden.

Alles unter Kontrolle: Visuelle Erfassung des Prozesses

Eine häufige Forderung an die Klebprozesse besteht darin, den Klebstoffauftrag automatisch visuell zu erfassen. Dies lässt sich mit DELO-KATIOBOND einfach realisieren. Die Klebstoffe können mit unterschiedlichsten Farbstoffen und Fluoreszenzmitteln angereichert werden, was die Auftragskontrolle erleichtert. Sehr intensive, dunkle Einfärbungen sind bei photoinitiert härtenen Klebstoffen jedoch nicht möglich, da diese Farbstoffe das eingestrahlte Licht bereits an der Oberfläche sehr stark absorbieren. Die Erfassung von fluoreszierenden eingestellten Klebstoffen ist mit den entsprechenden Kamerasystemen auch auf sehr dunklen Basismaterialien problemlos möglich.

Einen Überblick über die Eigenschaften verschiedener lichthärtender Epoxide gibt die unten stehende Tabelle:

	DELO-KATIOBOND				
Produktbezeichnung	4552	KB554	4578	4591	45952
Farbe (ausgehärtetes Produkt)	Braun klar	Gelb fluoresz.	Milchig braun	Milchig braun	Milchig fluoresz.
Viskosität [MPa s]	1.200	1.500	12.400 thix	23.000 thix	32.000 thix.
Aushärtung	Aktivierbar mit sichtbarem Licht 400 – 550 nm				
Minimale Voraktivierung [s]	3	2	2	6	5
Belichtung bis zur Anfangsfestigkeit [s]	60	60	60	60	60
Druckscherfestigkeit [MPa]					
PC/PC	30	10	30	13	14
PBT/PBT (mit Voraktivierung)	6	6	8	7	9
Zugfestigkeit [MPa]	24	16	21	8	18
Reißdehnung [%]	3	45	3	50	54
E-Modul [MPa]	1.100	100	900	-	-
Wasseraufnahme [Gew. %]	1,5	1,0	0,9	0,8	0,9
Shore Härte	D 58	D 51	D 65	D 26	D 44
Temperatureinsatzbereich [°C]	-40 bis +150 (Kurzzeit bis +180)				

Wie funktioniert Strahlungshärtung?

Strahlungsinitiiert härtende Epoxide härten durch eine kationische Polymerisation aus. Gestartet wird die Aushärtereaktion durch die Bestrahlung mit UV-und/oder sichtbarem Licht. Die zur Aushärtung von Klebstoffen verwendeten Strahlungsquellen müssen vor allem folgende Anforderungen erfüllen:

- hohe Eindringtiefe in den Klebstoff zur Aushärtung größerer Klebschichtdicken
- große Intensität für die schnelle Aushärtung
- optimale Arbeitsplatzsicherheit
- keine Beeinträchtigung von Werkstoffen durch die Strahlung
- geringe Investitionskosten

Bei der Aushärtung von Klebstoffen mit UV-Licht oder sichtbarem Licht handelt es sich um einen photochemischen Prozess. Aus diesem Grund werden Klebstoffe, die durch Strahlung dieser Wellenlängen ausgehärtet werden, **Photo**Initiiert härtende Klebstoffe genannt. Die Eindringtiefe dieser so genannten optischen Strahlung in den Klebstoff ist abhängig von der

Wellenlänge der Strahlung. Zur Aushärtung klebstofftypischer Schichtdicken von ca. 0,2 - 5 mm werden daher vorwiegend der UVA- und der sichtbare Wellenlängenbereich verwendet, welche eine ausreichende Energie zum Start der Polymerisation liefern. Wichtig ist, dass das gesamte Klebstoffvolumen bestrahlt wird. Eine Art Dominoeffekt mit einer Aushärtung in Schattenzonen hinein findet nicht statt. Falls dies durch die Bauteilgeometrie nicht sichergestellt werden kann, sollten hier dualhärtende Systeme mit einem zweiten Härtemechanismus eingesetzt werden wie z. B. DELO-DUALBOND.

Gute Aussichten für das Dichtkleben

Strahlungshärtende Epoxide sind eine attraktive Alternative zu warmhärtenden oder zweikomponentigen Klebstoffen, aber auch zu anderen Fügeverfahren. Durch ihre einfache Verarbeitung, schnelle Aushärtung und hohe Leistungsfähigkeit sind sie besonders für schnelle Prozesse und kleine Bauteile geeignet. Die angeführten Beispiele zeigen, dass diese Klebstoffe auch in sicherheitsrelevanten Baugruppen zuverlässig funktionieren und die hohen Anforderungen erfüllt werden können. Der Mikroschalter und die Kurzhubtaster werden seit vielen Jahren in Millionen Stückzahlen produziert. Durch diese positiven Erfahrungen und die weiter steigenden Produkthanforderungen werden sich strahlungshärtende Epoxidharze weiter im Bereich der schnellen, automatisierten Prozesse etablieren – auch beim Dichtkleben.

Dipl.-Ing. Bernd Ebslander, Vertriebsingenieur bei DELO Industrie Klebstoffe; er betreut unter anderem Kunden wie Bosch, BSH Bosch und Siemens Hausgeräte, Conti Temic microelectronic, Hartmann-exact, Honeywell, Rafi
Kontakt: Bernd.Ebslander@DELO.de