

adhäsion

**KLEBEN &
DICHTEN**

DAS FACHMAGAZIN FÜR INDUSTRIELLE KLEB- UND DICHTTECHNIK

MARKTÜBERSICHT

Die Anbieter von
Reaktionsklebstoffen
für die Elektronik

LIGNIN

Aromatische Ver-
bindungen für bio-
basierte Klebstoffe

GAK-TREFFEN

Neues aus der
klebtechnischen
Forschung

Vorbehandlung von Klebflächen

Plasma managt Haftungskrise



VORBEHANDLUNG VON KLEBFLÄCHEN

Plasma managt Haftungskrise

Ein Zulieferunternehmen hatte ein Problem. Eine zunächst erfolgreich mit einem Polycarbonat-3D-Bedienfeld verklebte Touchfolie hielt den strengen Klimatests eines Automobilherstellers nicht stand. In der Grenzschicht zwischen Kunststoffträger und Folie hatten sich Blasen gebildet. Abhilfe schaffte eine auf Atmosphärendruckplasma basierende Vorbehandlung.

INÈS A. MELAMIES

Wenn sich zusatzfreie Kunststoffe trotz sauberer Oberfläche schlecht bzw. gar nicht verkleben oder beschichten lassen, so liegt der Grund mit Sicherheit in ihrer geringen Polarität und der folglich niedrigen Oberflächenenergie. Sie gilt als das wichtigste Maß für die Beurteilung der voraussichtlichen Haftung einer Klebschicht, Lackierung oder Beschichtung. Ist die Oberflächenenergie

eines Kunststoffes zu gering, bedarf es zwingend einer Aktivierung der Materialoberfläche. Dass sich auch eine vermutlich gute Klebverbindung unerwartet wieder lösen kann, zeigt sich manchmal erst dann, wenn ein Stresstest wie z.B. eine Klimaprüfung ansteht. Diese Erfahrung musste auch der Automobilzulieferer Preh in der Entwicklungsphase eines neuen Bediensystems machen. Die zu Joyson Electronics gehörende Automotive-Gruppe entwickelt und fertigt Klima- und Fahrerbediensysteme, Sen-

soren, Steuergeräte und Montageanlagen für alle namenhaften Automobilhersteller.

Als das Unternehmen Anfang 2011 den Auftrag zur Produktion eines Bediensystems für den neuen Ford Lincoln MKZ erhielt, entschied man, dass eine der drei Versionen bei der deutschen Preh GmbH in Bad Neustadt a. d. Saale, dem Hauptsitz des global tätigen Unternehmens, gefertigt werden sollte. Das sogenannte Center Stack ist das Herzstück der Mittelkonsole und ein Funktionspackage auf engstem Raum (Bild1).

Es kombiniert die Bedienung der Klimaanlage und der Infotainment-Funktionen einschließlich Telefon-, Navigations-, Radio- und Musiksystemen in Verbindung mit der Temperaturregelung. In der unteren Hälfte verfügt die Bedieneinheit über Slider mit kapazitiver Touch-Funktion zur Einstellung von Lautstärke und Gebläse sowie über berührungssensitive Flächen mit entsprechenden Icons für weitere Funktionen.

Bei der im Spritzguss gefertigten Polycarbonat-Blende des Center-Stacks wird die bereits mit einem Klebefilm versehene PET-Touchfolie mittels einer Laminiervorrichtung auf die Blendenrückseite geklebt. Die Folie ist mit mehreren übereinander im Siebdruck aufgetragenen Druckschichten versehen, die bereits alle spezifischen elektrischen Funktionen enthalten (Bilder 2 und 3).



Bild 1: Die Verklebung der PET-Touchfolie auf dem neuen 3D-Bedienfeld des Ford Lincoln MKZ versagte im Klimatest. Durch Einsatz von Atmosphärendruckplasma konnte dieses Problem schließlich gelöst werden.

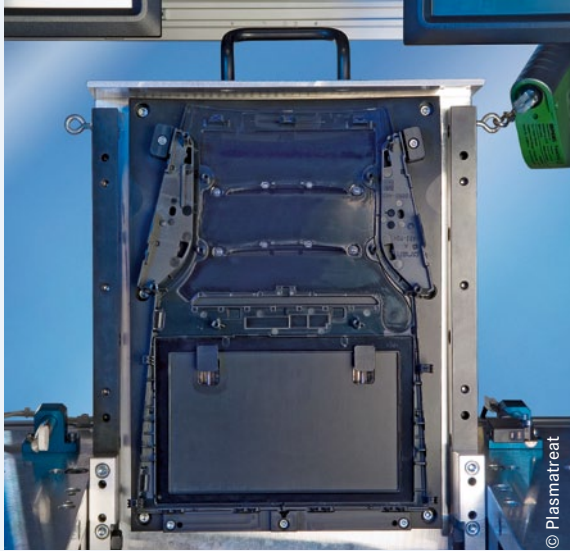


Bild 2: Polycarbonat-Blende in der Laminiervorrichtung vor der Verklebung der Touchfolie

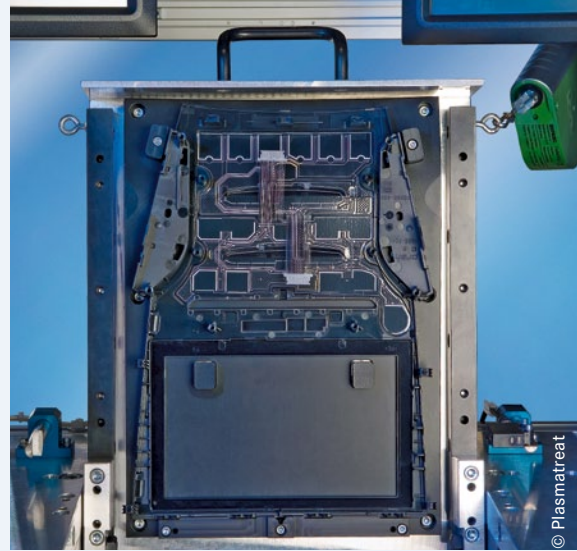


Bild 3: Die mit einem Klebefilm versehene PET-Folie besitzt mehrere Druckschichten mit allen elektrischen Funktionen.

Die Klebung konnte als erfolgreich bezeichnet werden, bis beim Klimatest ein unerwartetes Problem auftrat.

Delamination im Klimatest

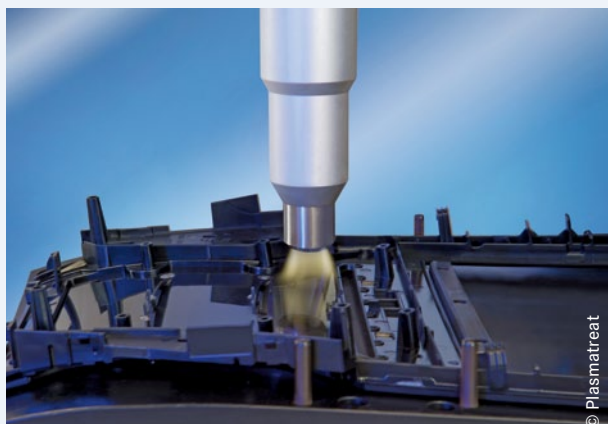
Haftungstests im Automobilbau erfolgen bekannterweise unter Extrembedingungen. Ein Klimatest stellt an eine Folienverklebung höchste Ansprüche. In ihm wird das Langzeitverhalten des Produkts unter verschärften Umweltbedingungen simuliert. Dabei gilt es, Produktschwächen zu entdecken, die vorher nicht erkennbar waren. Die Ford-Spezifikation verlangt, dass die Haftung der Klebverbindung in einer einhundertstündigen Klimalagerung bei 85°C und 85 Prozent Luftfeuchte erhalten bleibt. Als die Blende die Klimakammer verließ, standen die Entwickler vor einem sehr unerfreulichen, aber in der Folienverklebung bekannten Phänomen: In der Grenzschicht zwischen Kunststoffträger und Folie hatten sich große Blasen gebildet, der Kontaktklebstoff des Klebefilms hatte sich an diesen Stellen gelöst. Dazu Martin Geis, Fertigungstechniker bei Preh: „Eine sol-

che Delamination würde zum Versagen der späteren Funktionen führen. Zur Lösung des Problems haben wir zunächst nach alternativen Klebstoffen gesucht und die unterschiedlichsten getestet, vom einfachen Industrie-

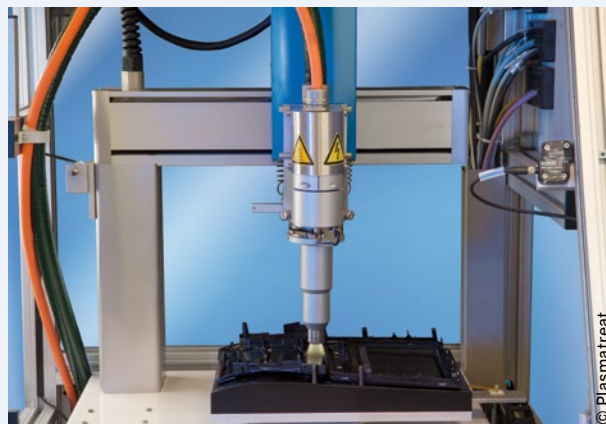
klebstoff bis hin zu OCAs (Optical Clear Adhesives).“ Bei den einfachen Klebstoffen zeigten sich große Blasen, bei den Hightech-Klebstoffen waren die Blasen minimiert, aber das Problem blieb dasselbe: Der Klebefilm löste sich.



Bild 4: Die im Halbkreis angeordnete Center Stack-Fertigungslinie: Peter Langhof (Plasmamatreat) sowie Martin Geis und Markus Lederman (Preh) begleiteten den Plasmaprozess (v.l.).



© Plasmatre



© Plasmatre

Bild 5: Eine Rotationsdüse verteilt das Plasma ortsselektiv auf der Innenseite der Blende exakt dort, wo anschließend die Folienverklebung erfolgt.

Ursachenforschung

Klebstoffsuche und Auswertung beanspruchten viel Zeit und diese drängte. Nachdem klar war, dass die Verwendung verschiedenster Klebstoffe keine Lösung brachte, konzentrierte man sich auf das zu verklebende Bauteil, die PC-Blende. Man vermutete als wahrscheinlichste Ursache der Blasenbildung eine Ausgasung von Additiven im Kunststoff aufgrund der hohen Erwärmung im Klimatest bzw. eine Diffusion der Luftfeuchtigkeit in die Grenzschicht. Auch Lufteinschlüsse durch nicht sichtbare Feinstäube waren nicht auszuschließen. Da das Material der Blende jedoch nicht ausgetauscht werden konnte, gab es nur eine Lösung: eine effektive Vorbehandlung der Kunststoffoberfläche.

Für die Vorbehandlungsmethode konnte man bei Preh auf ein bewährtes System zurückgreifen. Bereits im Jahr 2002 war zur Feinstreinigung und Aktivierung von Sensor-Leiterplatten vor der Bedruckung eine erste Atmosphärendruck (AD)-Plasmaanlage angeschafft worden. Später folgten weitere für andere Produktionen. Martin Geis: „Mit einer kleinen Anlage ist auch unser Labor in Bad Neustadt ausgestattet,

also brachten wir unsere PC-Blende zu einem ersten Plasmatest dorthin.“

Vorbehandlung im Sekundentakt

Mit der heute weltweit angewandten Atmosphärendruck (AD)-Plasmatechnik stellt das Unternehmen Plasmatre seit fast 20 Jahren ein hochwirksames Vorbehandlungsverfahren zur Verfügung, bei dessen Anwendung allein Luft als Prozessgas und elektrische Energie benötigt werden.

Das Plasma arbeitet inline unter normalen Luftbedingungen. Peter Langhof, Market- und Preh-Projektmanager bei Plasmatre, erklärt: „Unser Verfahren erledigt drei Arbeitsschritte in einem einzigen, sekundenschnellen Vorgang: Es sorgt für die Feinstreinigung der Kunststoffoberfläche, bewirkt deren statische Entladung und simultan ihre Aktivierung. Dieser Mehrfacheffekt übertrifft herkömmliche Vorbehandlungssysteme bei Weitem. Die Folge ist eine homogene Benetzbarkeit der Materialoberfläche und eine langzeitstabile Haftung der Verklebung oder Beschichtung auch bei allerhöchster Beanspruchung.“ Unpolare Kunststoffe haben meist eine geringe Oberflächenenergie zwischen < 28 bis 40 mJ/m^2 , zu niedrig für eine vollflächige Benetzbarkeit mit

flüssigem Klebstoff oder Lack. Die Oberflächenenergie derartiger Kunststoffe muss durch Aktivierung erhöht werden, denn erst Werte ab 38 bis 42 mJ/m^2 bieten erfahrungsgemäß gute Haftungsvoraussetzungen.

Schonende Behandlung

Nachfolgende Prozesse wie das Beschichten, Kleben oder Bedrucken können unmittelbar nach der Plasmabehandlung vorgenommen werden. Die Einwirkzeit des mit hoher Geschwindigkeit auf die Oberfläche auftreffenden Plasmas ist so kurz, dass weder thermische noch andere Beeinträchtigungen an den Bauteilen auftreten. Darüber hinaus ist der Plasmaprozess praktisch potentialfrei, was seine Anwendbarkeit vor allem im Elektronikbereich stark erweitert. „Bei elektronischen oder anderen empfindlichen Bauteilen“, so der Plasmaexperte weiter, „setzen wir zudem besonders schonend arbeitende patentierte Rotationsdüsen ein, die die Vorbehandlungswirkung durch das Rotationsprinzip sehr gleichmäßig auf die Arbeitsflächen verteilen.“

Trifft das Plasma auf eine Kunststoffoberfläche, wie im Fall der hier beschriebenen Polycarbonat-Blende, so werden dabei sauerstoff- und stickstoff-

haltige Gruppierungen in die unpolare Polymermatrix eingebaut. Die Oberfläche wird somit modifiziert. Möglich wird diese Wirkung durch die im Plasma vorhandenen energiereichen Radikale, Ionen, Atome und Molekülfragmente, die ihre Energie an die Oberfläche des zu behandelnden Materials abgeben und dadurch chemische Reaktionen initiieren. Die entstandenen funktionellen Hydroxyl-, Carbonyl-, Carboxyl- und Ethergruppen gehen mit Klebstoffen und Lacken feste chemische Bindungen ein und tragen so zur Verbesserung der Haftung bei.

Erfolg mit Plasma

Schon die ersten Labortests mit AD-Plasma verliefen positiv. Die mittels Testtinten gemessene Oberflächenspannung stieg nach der Plasmabehandlung von 25 mN/m im unbehandelten Zustand auf über 50 mN/m an. Ob dieser Wert jedoch ausreichte, um eine Blasenbildung und die Delamination der Folie zu verhindern, musste sich erst noch zeigen. Zahlreiche Spezifikationsversuche liefen gut und der atmosphärische Plasmaprozess erwies sich als prozesssicher und aufs Genaueste reproduzierbar. Doch noch stand der Klimatest aus,

er musste den endgültigen Haftungsbeis liefern.

Als diesmal die PC-Blende nach über vier Tagen Lagerung in Extremhitze und hoher Luftfeuchtigkeit der Klimakammer entnommen wurde, konnten die Entwickler aufatmen. Markus Ledermann, Ingenieur für Fertigungstechnik bei Preh, erinnert sich: „Nicht eine Blase war erkennbar. Die Folienhaftung war zu einhundert Prozent gegeben und damit hatte die Verklebung die hohen Anforderungen erfüllt.“ Ein zusätzlicher, sich anschließender Funktions-Klimatest des fertig bestückten Center Stacks verlief ebenso positiv. Zum einen hatte das Plasma eine mikrofein gereinigte Oberfläche sichergestellt. Zum anderen aber, und das war der entscheidende Punkt, war die plasmaaktivierte Kunststoffoberfläche nun eine viel festere Verbindung mit dem Klebstoff eingegangen. Die Haftung von Folie und Blende war jetzt so stark, dass Ausgasungen aus dem Kunststoff oder Luftfeuchte aus der Folie nicht mehr die Kraft besaßen, bis in die Grenzschicht vorzudringen.

Plasma im Workflow

Im Oktober 2011 startete der Automobilzulieferer die Serienproduktion. Das dazu angeschaffte Plasmasystem reiht sich im Werk Bad Neustadt nahtlos in die halbautomatische Fertigungslinie ein. Die im Halbkreis angeordneten Fertigungszellen werden manuell bestückt (Bild 4).

Auf die im hauseigenen Spritzgussbereich produzierte Polycarbonat-Blende werden zunächst im Heißstempverfahren die Slider-Chromspangen fixiert. Bereits im zweiten Arbeitsschritt erfolgt die Vorbehandlung mit dem Atmosphärendruckplasma. Eine von einem Dreiachsroboter gesteuerte Rotationsdüse verteilt das Plasma ortsselektiv auf der Innenseite der Blende in dem Bereich, wo die anschließende Folienverklebung erfolgt. Der rotative Düsenstrahl erfasst jeden Winkel der 3D-Kontur (Bild 5).

Nach 10 Sekunden ist die Kunststoffoberfläche porentief gereinigt und aktiviert. Etwa alle zwei Minuten wird ein behandeltes Bauteil entnommen und ein neues eingelegt. Die Fertigungslinie verfügt über ein eigenes Monitorcontrolling, jede Etappe wird einzeln überwacht. Die Verklebung mit der Touchfolie erfolgt unmittelbar im Anschluss an die Plasmabehandlung. Da diese eine hohe Anfangshaftung gewährleistet, kann die Presse schnell wieder geöffnet werden, was kurze Taktzeiten ermöglicht.

Fazit

Mit der Plasmaaktivierung und der genauen Reproduzierbarkeit dieses Verfahrens konnte eine hohe Prozesssicherheit erreicht und damit die anspruchsvolle Spezifikation des Autoherstellers erfüllt werden. Angesprochen auf den Wartungsaufwand kommentiert Martin Geis nach zweijährigem Einsatz der Plasmaanlage: „Dazu kann ich gar nichts sagen, das war noch nie nötig.“ Die Zusammenarbeit mit dem Plasmaanlagenbauer beschreibt er als von Beginn an als vertrauenswürdig und kompetent. Über 150.000 plasmabehandelte Center Stacks verlassen jährlich das Werk in Bad Neustadt. Einhunderttausend Zyklen, das entspricht einer durchschnittlichen Lebensdauer von 10 Jahren, muss die Touch-Folie nun mindestens aushalten, bevor sie Schwäche zeigen darf. Die Erfüllung dieses Anspruches kann nur durch das hohe Qualitätsniveau gewährleistet werden. ■

Weitere Informationen zum Thema

Plasmatreat GmbH
D-33803 Steinhagen
Tel.: +49 (0) 5204 / 9960-0
peter.langhof@plasmatreat.de

oder

Preh GmbH
D - 97616 Bad Neustadt a. d. Saale
Tel +49 (0) 9771 92-0
martin.geis@preh.de

Die Autorin

Inès A. Melamies
(+49 (0)2224 989 7588,
info@facts4you.de) ist Inhaberin
des Pressebüros Facts4You in Bad
Honnef.