

Bild 1: Die Atmosphärendruck Plasmatechnik Openair-PlasmaPlus reinigt und beschichtet Motorpumpengehäuse aus Aluminium-Druckguss serienmäßig inline unter normalen Luftbedingungen

Neue Qualitätsmaßstäbe

Chromfreier Schutz im Sekundentakt

Ein Global Player der Automobilzulieferbranche stand vor der Herausforderung, einen höheren Korrosionsschutz für ein sicherheitsrelevantes Aluminiumbauteil nachträglich in die Fertigungslinie zu integrieren. Der Einsatz einer in diesem Jahr mit dem Industriepreis 2012 ausgezeichneten Plasmatechnologie machte dies möglich.

Sei es zum Korrosionsschutz, als Haftvermittler oder zur leichteren Reinigung einer Oberfläche – die von Plasmateat, Steinhagen in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IFAM, Bremen in den letzten Jahren entwickelte atmosphärische Plasmapolymersationstechnik PlasmaPlus bietet eine Fülle unterschiedlich funktionalisierter Schichten zur ortsselektiven Anwendung. Bis zu dieser Entwicklung hin war Plasmapolymersation ein Prozess, der ausschließlich im Vakuum realisiert werden konnte. Für das einfachere, weit schnellere und kostengünstigere Verfahren wurde das Unternehmen in diesem Jahr mit dem Industriepreis 2012 in der Kategorie Produktionstechnik ausgezeichnet.

Basis des Verfahrens ist die vom Hersteller vor nunmehr bald 20 Jahren entwickelte und heute weltweit eingesetzte atmosphä-

rische Plasma-Düsenteknologie Openair (Bild 1). Die Inline-Technik ist durch eine dreifache Wirkung gekennzeichnet: Sie aktiviert Oberflächen durch gezielte Oxidationsprozesse und bewirkt gleichzeitig die statische Entladung sowie die mikrofeine Reinigung von Materialien. Die Folge sind eine vollflächige Benetzbarkeit der Oberfläche mit z. B. Klebstoffen oder Lacken und die starke Erhöhung der Haftungseigenschaften. Eine Besonderheit dieses Plasmas ist seine Potentialfreiheit, was die Anwendungsmöglichkeiten enorm erweitert. Der Plasmastrahl trifft mit nahezu Schallgeschwindigkeit auf die Oberfläche auf und arbeitet im Sekundentakt.

Zur Erzeugung einer Schicht wird dem hier eingesetzten atmosphärischen Plasma eine siliziumorganische Verbindung beige-

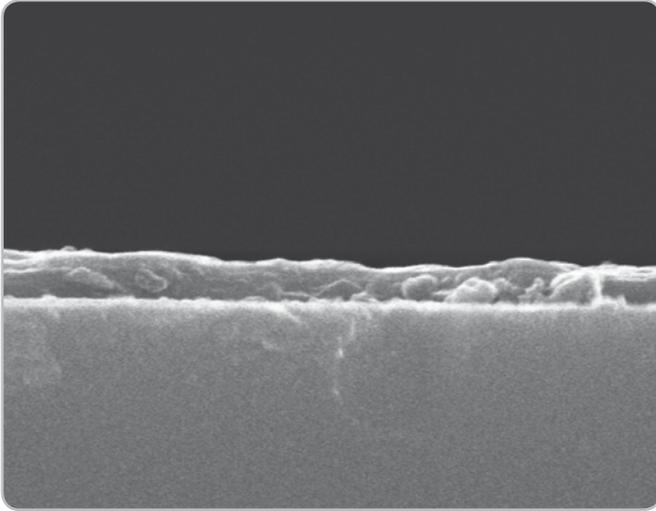


Bild 2: Das Bild zeigt den Querschnitt durch eine ca. 100 nm dicke PlasmaPlus-Schicht (REM 50000-fache Vergrößerung)

mischt. Durch die hochenergetische Anregung im Plasma wird diese Verbindung fragmentiert und scheidet sich auf einer Oberfläche als glasartige Schicht ab (Bild 2). Die chemische Zusammensetzung kann je nach Anwendungsfall variiert werden, um auf den unterschiedlichen Materialien die jeweils besten Resultate zu erzielen. Durch die Möglichkeit lokal Plasmaschichten aufzutragen, bleiben kritische Bereiche unbeeinflusst.

Korrosionsschutz von Aluminium

Dr. Alexander Knospe, Entwicklungsleiter bei Plasmateat, beschreibt das Verfahrens beim Einsatz auf Aluminium: „Die großen Vorteile gegenüber anderen Beschichtungstechniken liegen bei dieser Plasmatechnologie neben dem Inline-Einsatz vor allem in der Technik der ortsselektiven Beschichtung. Die Korrosionsschutzwirkung ist besonders effektiv bei Aluminiumlegierungen.

Die Schicht vermag das Aluminium mehrere Tage lang gegenüber direktem Salzsprühnebel (DIN 50021) zu schützen, ohne dass das Metall optisch beeinflusst wird (Bild 3).“ Über das Plasma trägt das Düsensystem den Korrosionsschutz berührungslos auf die Aluminiumoberfläche auf. Da das Plasma unter normalen Luftbedingungen arbeitet, erfordert es kein Vakuum zur Schichtabscheidung.

Dr. Alfred Baalman, Mitarbeiter der Abteilung Plasmatechnologie beim Fraunhofer IFAM, hat die Entwicklung des Verfahrens auf Institutsseite maßgeblich begleitet. Er sagt: „Ein besonderer Vorteil des Prozesses ist seine hohe Flexibilität. Insbesondere die Schichtstärke und die Prozessgeschwindigkeit können bedarfsgerecht auf die notwendige Korrosionsschutzwirkung abgestimmt werden.“ Die typischen Prozessgeschwindigkeiten variieren von 5 m/min bis 30 m/min. Das Bauteil kann sofort nach der Applikation weiter verarbeitet werden. Die Beschichtung bietet für Kleb- und Dichtstoffe einen haftfesten, stabilen Untergrund, einen hohen Korrosionsschutz und ist zudem sehr umweltfreundlich, eine Entsorgung oder Aufbereitung von Chemikalien entfällt komplett.

Einsatz in der Serienfertigung

Bei TRW Automotive wird seit Beginn 2007 PlasmaPlus zur Beschichtung bei Motorpumpenaggregaten zur Lenkunterstützung eingesetzt. Die aus Aluminium-Druckguss bestehenden Aggregate sind Bestandteil von Servolenkungs-Systemen in einer Vielzahl von Fahrzeugen und unterliegen hohen Zuverlässigkeitsanforderungen (Bild 4). Die von TRW, Plasmateat und dem Fraunhofer IFAM entwickelte Anwendung wird bei dem Automobilzulieferer zur Vermeidung von Korrosion bei diesem sicherheitsrelevanten Bauteil eingesetzt, wobei die Klebenähte der Aluminium-Bauteiloberflächen zunächst mit Openair-Plasma gereinigt und aktiviert



Bild 3: Die mikroskopische Aufnahme zeigt: der mit der PlasmaPlus Schicht geschützte Bereich zeigt auch nach Einwirkung von 96h Salzsprühnebel keine Anzeichen von Korrosion.

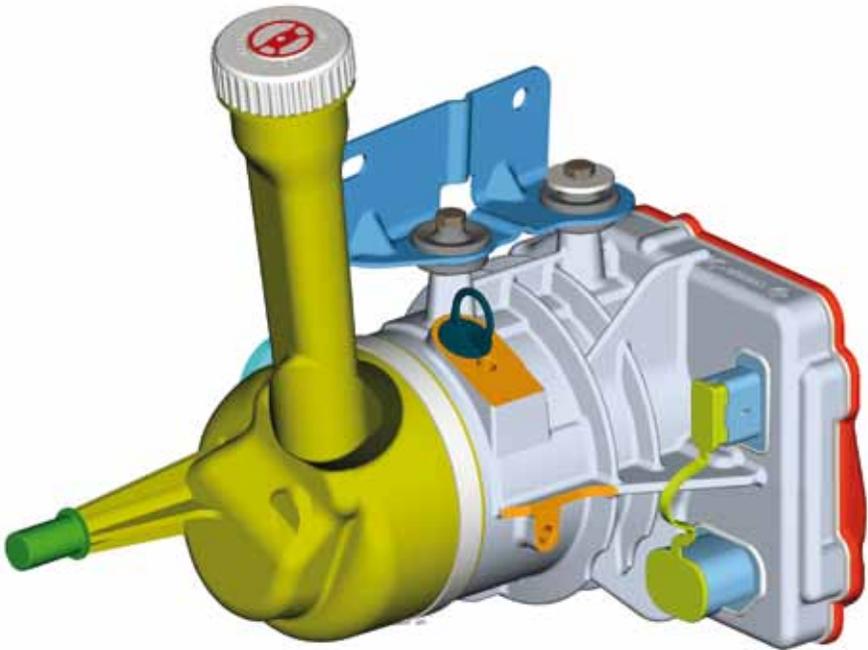


Bild 4: Das Motorpumpenaggregat liegt in einem Aluminium-Druckgussgehäuse. Plasmareinigung und -beschichtung bewirken die Leckage freie Haftung des Klebstoffs.

werden. Unmittelbar im Anschluss werden sie im Atmosphärendruck mit PlasmaPlus ortsselektiv beschichtet. Die Plasmapolymersation gewährleistet einen höchstmöglichen Schutz vor eindringender Feuchte. Die mechanische, aber vor allem auch die korrosive Belastung, der das Bauteil während seiner Nutzungsdauer unterliegt, dürfen nicht zum Versagen der Klebeverbindung führen, da ansonsten der Elektromotor mitsamt der Elektronik nicht mehr geschützt wäre. Gegenüber dem ursprünglichen Verfahren, bei dem nach dem Verkleben ein fluorpolymerbasiertes Korrosionsschutzmittel manuell von außen auf die Klebnaht aufgesprüht wurde, konnte mit der plasmapolymerten Schicht eine wesentlich bessere Dichtigkeit erreicht werden. Bei der Auslagerung wurde die Dauer bis zum „Durchbruch“ (Auftreten erster Korrosionserscheinungen im Gehäuseinnern) um ca. 50 % auf über 750 Stunden gesteigert (Bild 4).

SWAAT-Test	Prüfungsdauer [Stunden]			
	50	250	500	750
ohne Korrosionsschutz	dicht	undicht	undicht	undicht
Korrosionsschutzfett aufgesprüht	dicht	dicht	dicht	undicht
Beschichtung mit PlasmaPlus®	dicht	dicht	dicht	dicht

Bild 5: Dichtigkeitsüberprüfung nach Salzsprühstest (SWAAT-Test): grün: Gehäuse zeigt keine Leckagen, rot: Gehäuse ist undicht (Korrosion auf dem Flansch mit Durchbruch nach innen)

Nachträgliche Integration in Prozesskette

Sofern bei Neuentwicklungen alle Qualitätsanforderungen bekannt sind, ist eine Umsetzung mittels entsprechender Einflussparameter, wie z. B. Design, Prozesskettenplanung, Korrosionsschutzmaßnahmen etc., mittechnisch gängigen Lösun-

gen realisierbar. Ungleich schwieriger sind laut Bertram Schwanitz, Entwicklungsingenieur und damaliger Technical Project Manager im TRW Automotive Tech Center in Düsseldorf, nachträglich auftretende Kundenanforderungen bei bereits bestehenden Projekten, mit existierenden globalen Prozessketten. Technisch gängige Lösungen sind in solchen Fällen häufig nicht mehr bzw. nur durch massive Änderungen, in Verbindung mit hohen Investitionskosten, integrierbar. Darüber hinaus sind Änderungen von Produktionsprozessen inklusive Umbaumaßnahmen mit Stillstandszeiten der Produktion verbunden. Durch neue Anforderungen eines Kunden und namhaften Automobilherstellers stellte sich das Unternehmen einer solchen Herausforderung. Die Möglichkeiten, das Aluminium-Druckgussgehäuse gegen Umwelteinflüsse beständiger zu gestalten, beschränkte sich auf die Optionen: Verbesserung des Werkstoffs, Eloxieren, Passivieren, Beschichtung im Niederdruckplasma und Atmosphärendruck-Plasma-Beschichtung.

Ausschluss herkömmlicher Verfahren

- Eine Werkstoffverbesserung, d. h. ein Eingriff in die Aluminiumwerkstoffqualität, ist eine massive Veränderung, da typischerweise auch andere Effekte einhergehen, wie z. B. eine Abnahme der Zugfestigkeit. Dies hätte eine vollständig neue Produktvalidierung mit sehr hohem Aufwand und Kosten zur Folge gehabt.
- Ähnlich verhält es sich beim Eloxieren. Die prinzipbedingte Schichtbildung an der Oberfläche führt zu nennenswerten Aufmassen, und damit zu einer Beeinflussung des Passungssystems. Die Lamellenstruktur birgt darüber hinaus auch Risiken im Hinblick auf Kontamination des hydraulischen Lenksystems sowie kritische Reibwertänderungen an hoch belasteten Schraubverbindungen. Auch Eloxieren hätte lt. TRW daher eine umfangreiche Produktvalidierung erforderlich gemacht.
- Passivieren ist ein guter Korrosionsschutz und bietet den Vorteil, keine nennenswerte Schichtdicke zu bilden. Allerdings war die Temperaturbeständigkeit für Anwendungen und interne Produktionsprozesse nicht ausreichend und damit auch nicht anwendbar.
- Die Möglichkeit der Niederdruck-Plasma-Beschichtung setzt die Bereitschaft voraus, in entsprechende Autoklaven zu investieren, wobei das Verfahren für die kontinuierliche Produktion großer Stückzahlen generell nur bedingt geeignet ist. Bei großem Kapazitätsbedarf und je nach Bauteilgeometrie wären die Investitionskosten entsprechend umfassend gewesen.

Allen bisher betrachteten Möglichkeiten ist eines gemeinsam: Sie sind sehr kostenaufwendig. Von Niederdruckplasma abgesehen, hätten die anderen Verfahren zudem so in der Prozesskette integriert werden müssen, dass die Qualität in der Verantwortung globaler Lieferanten gelegen hätte. Eine spätere Qualitätskontrolle an fertigen Komponenten im Lieferzustand wäre lt. TRW jedoch extrem aufwendig geworden und hätte die Prozesssicherheit dadurch erheblich reduziert.

Die Lösung

„Die PlasmaPlus-Beschichtung bot dagegen entscheidende Vorteile“, vergleicht Schwanitz. „Eine Integration in unsere Endmontage war mit geringem Aufwand und ohne Produktionsstörungen möglich. Gleichzeitig bot das Inline-Verfahren eine ideale Gelegenheit zur Einbindung in TRW eigene Qualitätssicherungsprozesse.“ Neue Validierungen waren nicht erforderlich. Auch waren laut TRW die Investitions- und Unterhaltskosten niedrig. Der geringe Platzbedarf und Wartungsaufwand sowie niedrige Taktzeiten waren weitere Kriterien für die Integration des Plasmatreat Verfahrens. Schwanitz: „Der Einsatz dieser Beschichtungstechnologie bei Aluminium-Druckgussgehäusen hat bei TRW Automotive neue Qualitätsmaßstäbe geschaffen.“

Das PlasmaPlus-Verfahren und sein Nutzen für den Anwender:

- Plasmabeschichtung unter Normaldruck
- roboterkompatibles Inline-Verfahren
- geringer Platzbedarf der Plasmaanlage
- einfache Integration in bestehende Prozesskette
- hohe, computerüberwachte Prozesssicherheit
- hocheffiziente Antikorrosionsbeschichtung
- extrem schnelle Abscheidungsraten
- hohe Umweltbeständigkeit
- Beschichtungsauftrag lokal, keine Beeinflussung kritischer Bereiche
- langzeitbeständige Klebstoffhaftung
- niedrige Taktzeiten
- umweltschonend
- Entfernung der Schichten vor Recyclingprozess nicht erforderlich
- geringer Wartungsaufwand

Autorin: Inès A. Melamies, Fachjournalistin, Bad Honnef

Weitere Informationen: Plasmatreat GmbH, 33803 Steinhagen, Dr. Alexander Knospe, Tel. 0 52 04-99 60-0, mail@plasmatreat.de, www.plasmatreat.de