

FACHZEITUNG FÜR VERARBEITER UND INDUSTRIE

ALUMINIUM

KURIER

JULI/AUGUST
4/2010

*Fachorgan für
Deutschland, Österreich
und die Schweiz*

alu-news.de

Selektiver Korrosionsschutz dank neuentwickelter Technik

Plasmabeschichtung bei Normaldruck

Was bisher nur im Vakuum möglich war, kann nun in-line unter normalen Umgebungsbedingungen erfolgen: Sei es zum Korrosionsschutz, als Haftvermittler oder zur mikrofeinen Reinigung einer Oberfläche – eine neu entwickelte Plasmatechnik bietet nun eine Fülle unterschiedlich funktionalisierter Schichten zum selektiven Beschichten von Materialoberflächen.

Basis des Verfahrens ist die von Plasmatreteat, Steinhausen, seit rund 15 Jahren weltweit eingesetzte atmosphärische Plasmatechnologie Openair. Das potenzialfreie Plasmasystem arbeitet bei Normaldruck und ist durch eine dreifache Wirkung gekennzeichnet: Es sorgt für eine hohe Aktivierung der Oberfläche

durch gezielte Oxidationsprozesse, entlädt erstere gleichzeitig und bewirkt die mikrofeine Reinigung der Oberflächen von Metallen, Kunststoffen, Keramik und Glas. Seine Intensität ist so hoch, dass jetzt Bearbeitungsgeschwindigkeiten von mehreren 100 m/min erreicht werden können. Zudem wird die Plasmaenergie dieses Systems zur Schichtbildung genutzt. Der wirtschaftliche Aspekt: Die verwendeten Düsensysteme können vom Anwender problemlos in-line, also direkt in die neue oder auch bereits bestehende Fertigungslinie, integriert werden.

Plasmapolymerisation

Bei der Plasmabeschichtung handelt es sich noch bis vor kurzem um einen Prozess, der ausschließlich im Vakuum realisiert werden konnte. Nun wurde eine

Plasmapolymerisation unter Normaldruck erstmals zum industriellen Einsatz gebracht: In enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IFAM, Bremen, entwickelte Plasmatreteat ein Verfahren namens PlasmaPlus, das die nanodünne Beschichtung von Materialoberflächen unter Atmosphäre ermöglicht. Zur Erzeugung einer Schicht wird dem hier eingesetzten atmosphärischen Plasma eine siliziumorganische Verbindung beigegeben. Durch die hochenergetische Anregung im Plasma wird diese Verbindung fragmentiert und scheidet sich auf einer Oberfläche als glasartige Schicht ab. Die chemische Zusammensetzung kann je nach Anwendungsfall variiert werden, um auf den unterschiedlichen Materialien die jeweils besten Resultate zu erzielen.

Zur Beurteilung der Schichtdicken wurden REM (Rasterelektronenmikroskop) Untersuchungen vorgenommen. Bei 50000-facher Vergrößerung zeigen die REM-Aufnahmen von beschichteten Probenquerschnitten einen homogenen und porenfreien Schichtaufbau. Dies ist beim Korrosionsschutz sehr wichtig, da es sich hier um eine passive Schutzschicht handelt, d.h. der Angriff korrosiver Medien wird aufgrund einer Barrierewirkung verhindert. Das Schichtmaterial selbst wird während des Korrosionsvorganges nicht geopfert, wie es beispielsweise bei einer verzinkten Stahloberfläche der Fall wäre (aktiver Korrosionsschutz).

Große Vorteile

„Die großen Vorteile gegenüber anderen Beschichtungstechniken liegen bei der PlasmaPlus-Technologie neben dem in-line-Einsatz vor allem in der Technik der ortsselektiven Beschichtung“, berichtet Dr. Alexander Knospe, Leiter F&E bei der Plasmatreteat GmbH. 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.

Zur Demonstration der Wirkungsweise wurde ein Aluminiumblech (Al99,5) teilbeschichtet, der restliche Bereich verblieb in ungeschütztem Ausgangszustand. Die unbeschichtete Aluminiumoberfläche war nach einem 96-Stunden-Salzsprühtest stark korrodiert (matte Fläche), wohingegen der beschichtete Bereich noch immer den ursprünglichen Glanz aufwies. Der Übergang zwischen dem korrodierten und nicht korrodierten Bereich ist in der lichtmikroskopischen Aufnahme bei 100-facher Vergrößerung deutlich erkennbar.

Soll die Plasmabeschichtung als Korrosionsschutz eingesetzt werden, so ist eine dicke Schicht (mehrere hundert Nanometer) empfehlenswert, da diese beständiger gegenüber den korrosiven Medien – wie Elektrolytlösungen, Säuren und Laugen – ist. Als Haftvermittler reichen prinzipiell schon wenige Nanometer aus, da diese dünnen Schichten schon alle wichtigen funktionellen Gruppen aufweist, mit denen der Klebstoff reagieren und eine feste Bindung eingehen kann.

Die sehr gute Haftung der Beschichtung auf dem Grundmaterial verhindert wirkungsvoll eine Unterwanderung der Klebnaht (bondline corrosion). Für ein verklebtes Bauteil, wie z.B. einem Motor- oder Platinengehäuse in der Automobilindustrie, wäre eine Unterwanderung besonders schädlich, da dann die Kraftübertragung bei strukturellen Verklebungen nicht mehr gewährleistet wäre oder aber eine Leckage bei mit Dicht-

klebstoff versiegelten Gehäusen auftreten könnte.

Plasmabeschichtung bei Autos

Aluminiumdruckgussgehäuse werden häufig in der Automobilindustrie eingesetzt, um elektronische Bauteile wie Motorsteuerungen oder auch Elektromotoren vor korrosiven Angriffen zu schützen. Die Schwachstelle bildet die Klebfuge der in der Regel aus zwei Hälften zusammengesetzten Gehäuse. Hier kann es je nach Umwelteinflüssen zu einer korrosiven Unterwanderung der Verklebung und somit zu einer Undichtigkeit des Gehäuses kommen. Die Folge wäre der Ausfall der Elektronik.

Bei TRW Automotive, Weltmarktführer



Openair-PlasmaPlus-System

für Fahrzeug-Sicherheitssysteme, werden die Motor-Pumpengehäuse für Lenkmechaniken mit der PlasmaPlus-Technik beschichtet. Gegenüber dem ursprünglichen Verfahren, bei dem nach dem Verkleben ein fluorpolymerbasiertes Korrosionsschutzmittel manuell von außen auf die Klebnaht aufgesprüht wurde, konnte mit der plasmapolymeren 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.

Die Beschichtung erfolgt in-line und gewährleistet einen höchstmöglichen Schutz vor eindringender Feuchte. Schon mikroskopisch kleine Leckagen infolge von Korrosion können zum Kurzschluss führen und zum Ausfall der Lenkunterstützung. Der Beschichtung mit Atmosphärendruck-Plasma kommt hier eine Schlüsselrolle zu.

Nachträgliche Integration

Sofern bei Neuentwicklungen alle Qualitätsanforderungen bekannt sind, ist eine Umsetzung mittels entsprechender Einflussparameter, wie z.B. Design, Prozesskettenplanung, Korrosionsschutzmaßnahmen etc., mit technisch gängigen Lösungen realisierbar.

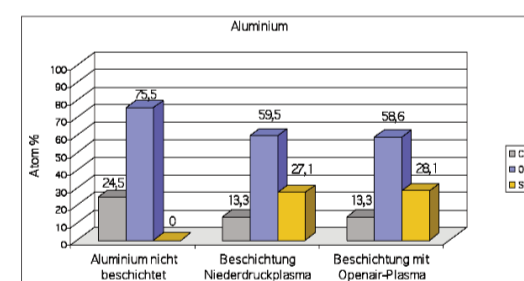
Ungleich schwieriger sind nachträglich auftretende Kundenanforderungen bei bereits bestehenden Projekten, mit existierenden globalen Prozessketten. Technisch gängige Lösungen sind in solchen Fällen häufig nicht mehr bzw. nur durch massive Änderungen, in Verbindung mit hohen Investitionskosten, integrierbar. Darüber hinaus sind Änderungen von Produktionsprozessen inklusive Umbaumaßnahmen mit Stillstandszeiten der Produktion verbunden. Durch neue Anforderungen eines Kunden und namhaften Automobilherstellers stellte sich TRW Automotive im Jahr 2006 einer solchen Herausforderung. Die Möglichkeiten, ein aktuelles TRW-Aggregat Gene-

ration C Motor Pumpen mit Aluminium-Druckguss-Gehäuse gegen Umwelteinflüsse beständiger zu gestalten, beschränkte sich auf die Optionen: Verbesserung des Werkstoffs, Eloxieren, Passivieren, Niederdruck- sowie Atmosphärendruck-Plasmabeschichten.

Bertram Schwanitz, Entwicklungsingenieur und Technical Project Manager für TRW Automotive, vergleicht diese Verfahren: „Bei der Werkstoffverbesserung, d.h. einem 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.“

Ähnlich verhält es sich laut Schwanitz beim Eloxieren. Die prinzipbedingte Schichtbildung an der Oberfläche führe zu nennenswerten Aufmassen, und damit zu einer Beeinflussung des Passungs-Systems. Die Lamellenstruktur berge darüber hinaus auch Risiken im Hinblick auf Kontamination des Hydraulischen Lenksystems, sowie kritische Reibwertänderungen an hoch belasteten Schraubverbindungen. Auch Eloxieren würde daher eine umfangreiche Produktvalidierung erforderlich machen. Passivieren ist laut Schwanitz ein guter Korrosionsschutz und bietet den Vorteil, keine nennenswerte Schichtdicke zu bilden. Allerdings war bei TRW Automotive die Temperaturbeständigkeit für Anwendungen und interne Produktionsprozesse nicht ausreichend und damit auch nicht anwendbar. Eine Plasmabeschichtung im Niederdruck (Vakuum) setzt die Bereitschaft voraus, in entsprechende Autoklaven zu investieren. Bei großem Kapazitätsbedarf und je nach Bauteilgeometrie sind die Investitionskosten entsprechend umfassend.

Allen vier bisher betrachteten Möglichkeiten ist eines gemeinsam: Sie sind sehr kostenaufwendig und müssten so in der Prozesskette integriert werden, dass



die Qualität in der Verantwortung globaler Lieferanten liegen würde. Eine spätere Qualitätskontrolle an fertigen Komponenten im Lieferzustand ist extrem aufwendig und reduziert die Prozesssicherheit dadurch erheblich. Die Atmosphärendruck-PlasmaPlus-Beschichtung bot TRW Automotive dagegen entscheidende Vorteile. Eine Integration in die TRW-Endmontage war mit geringem Aufwand und ohne Produktionsstörungen möglich. Gleichzeitig bot das Verfahren eine ideale Gelegenheit zur Einbindung in TRW-eigene Qualitätssicherungsprozesse.

Durch die Möglichkeit, lokal Plasmaschichten aufzutragen, bleiben kritische Bereiche unbeeinflusst. Neue Validierungen sind nicht erforderlich. Auch sind laut Schwanitz die Investitions- und Unterhaltskosten niedrig. Der geringe Platzbedarf und Wartungsaufwand sowie niedrige Taktzeiten waren weitere Kriterien für die Integration des Plasmatreteat-Verfahrens bei TRW. Schwanitz: „Der Einsatz dieser Beschichtungstechnologie bei Aluminium-Druckgussgehäusen hat bei TRW Automotive neue Qualitätsmaßstäbe geschaffen.“ Inès A. Melamias