

ATMOSPÄRENDRUCKPLASMA GARANTIERT KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT

Nanofein beschichten in der Serienfertigung

Ob zum Schutz vor Korrosion, als Haftvermittler vor dem Kleben oder zur leichteren Reinigung einer Oberfläche – dank eines neuentwickelten Verfahrens lassen sich Metalloberflächen selektiv mit unterschiedlichen Funktionsschichten ausrüsten. Basis dieser neuen Methode ist die atmosphärische Plasmatechnik.

Steigende Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit beispielsweise geklebter metallischer Bauteile verlangen innovative Lösungen. Ein Global Player der Automobilzulieferbranche stand vor der Herausforderung, ein Aluminiumbauteil nachträglich in der Fertigungslinie mit einem höheren Korrosionsschutz auszurüsten. Der Einsatz einer atmosphärischen Plasmabeschichtung macht dies möglich.

Nanobeschichtung unter Atmosphäre

Bei der Plasmapolymersation handelte es sich noch bis vor kurzem um einen Prozess, der ausschließlich im Vakuum realisiert werden konnte. In enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IFAM entwickelte und patentierte das Unternehmen Plasmatreat jedoch eine Technik, welche die nanofeine Beschichtung von Materialoberflächen unter Atmosphäre ermöglichte (Bild 1). Vor knapp drei Jahren wurde diese Technik erstmals industriell eingesetzt. Besonderheit ist die Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens, da der Prozess im Gegensatz zum Niederdruckverfahren ohne eine Underdruckkammer auskommt. Die Funktion beruht darauf, dass zur Erzeugung einer Schicht dem atmosphärischen Plasma



Bild 1: Was bisher nur in der Vakuumkammer gelang, ist jetzt inline unter normalen Luftbedingungen möglich: die funktionale Beschichtung von Aluminiumbauteilen.

eine siliziumorganische Verbindung beigemischt wird. Durch die hochenergetische Anregung im Plasma erfolgt eine Fragmentierung der Verbindung, so dass sie sich auf der zu behandelnden Oberfläche als glasartige Schicht absetzt. Die chemische Zusammensetzung kann je nach Anwendungsfall variiert werden, um auf den unterschiedlichen Materialien die jeweils besten Resultate zu erzielen.

Korrosionsschutz von Aluminium

Bei Einsatz dieses Systems beispielsweise zum Schutz von Aluminiumoberflächen vor Korrosion ergeben sich verschiedene Vorteile: Zum einen eignet es sich im Gegensatz zu anderen Beschichtungstechniken für den Inline-Einsatz und zum anderen für die Lösung selektiver Beschichtungsaufgaben. Bei Aluminiumlegierungen ist die Korrosionsschutzwirkung besonders effektiv. Die Schicht vermag das Aluminium mehrere Tage lang gegenüber direktem Salzsprühnebel (DIN 50021) zu schützen, ohne dass das Metall optisch beeinflusst wird (Bild 2). Über das Plasma trägt das Düsensystem den Korrosionsschutz berührungslos auf die Aluminiumoberfläche auf. Da das neue Verfahren unter normalen Luftbedingungen arbeitet, erfordert es kein Vakuum zur Schichtabscheidung.

Zu den Besonderheiten dieses Prozesses zählt ferner seine hohe Flexibilität: Insbesondere die Schichtstärke und die Prozessgeschwindigkeit können bedarfsgerecht auf die notwendige Korrosionsschutzwirkung abgestimmt werden (Bild 3).

Die typischen Prozessgeschwindigkeiten variieren von 5 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.

Plasmabeschichtung im Automobilbereich

Erstmals industriell eingesetzt wurde die hier vorgestellte atmosphärische Plasmabeschichtung im Unternehmen TRW Automotive, das diverse Fahrzeug-Sicherheitssysteme herstellt. Die Aufgabe bestand darin, ein Motor-Pumpengehäuse zur Lenkunterstützung zuverlässig vor Korrosion zu schützen. Dies gelingt durch die selektive Inline-Beschichtung der Klebnähte auf den metallischen Bauteiloberflächen mit Atmosphärendruckplasma.

Die Beschichtung gewährleistet einen höchstmöglichen Schutz vor eindringender Feuchte. Auf diese Weise lässt sich sicher verhindern, dass mikroskopisch kleine Leckagen auftreten, die Korrosion verursachen und in der Folge zum Kurzschluss sowie Ausfall der Lenkunterstützung führen können. Der Beschichtung mit Atmosphärendruck-Plasma kommt hier also eine Schlüsselrolle zu (Tabelle).

Nachträgliche Integration in die Prozesskette

Sofern bei Neuentwicklungen alle Qualitätsanforderungen bekannt sind, bedeutet die Umsetzung unter Einhaltung entsprechender Einflussparameter wie z. B. Design, Prozesskettenplanung, Korrosionsschutzmaßnahmen etc. mit technisch gängigen Lösungen kein Problem. Ungleich schwieriger gestalten sich nachträglich auftretende Kundenanforderungen bei bereits bestehenden Projekten in globalen Prozessketten. Technisch gängige Lösungen sind in solchen Fällen häufig nicht mehr bzw. nur durch mas-




Bild 2: Die mikroskopische Aufnahme zeigt: Der mit der neuen Methode geschützte Bereich zeigt auch nach Einwirkung von 96 Stunden Salzsprüh-test keine Anzeichen von Korrosion.

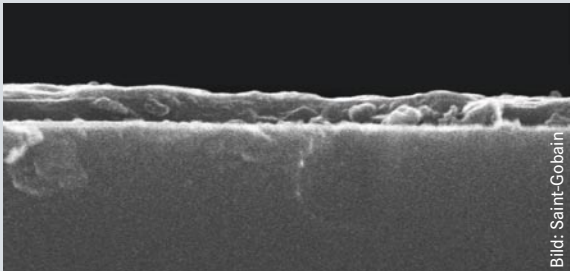


Bild 3: Querschnitt durch eine ca. 100 nm dicke Schicht (REM: 50000-fache Vergrößerung)

SWAAT-Test	Prüfungsdauer [Stunden]			
	50	250	500	750
ohne Korrosionsschutz	dicht	undicht	undicht	undicht
Korrosionsschutzfett aufgesprüht	dicht	dicht	dicht	undicht
Beschichtung mit Atmosphärendruck-Plasma-Verfahren	dicht	dicht	dicht	dicht

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

sive Änderungen in Verbindung mit hohen Investitionskosten integrierbar. Darüber hinaus sind Änderungen von Produktionsprozessen inklusive Umbaumaßnahmen mit Stillstandszeiten der Produktion verbunden. Aufgrund neuer Anforderungen eines Kunden und namhaften Automobilherstellers stellte sich TRW im Jahr 2006 einer solchen Herausforderung. Die Möglichkeiten, ein aktuelles TRW Generation C Motor Pumpen Aggregat mit Aluminium-Druckguss-Gehäuse gegen Umwelteinflüsse beständiger zu gestalten, beschränkte sich auf die folgenden Optionen: Verbesserung des Werkstoffs, Eloxieren, Passivieren, Niederdruck- sowie Atmosphärendruck-Plasma-Beschichten.

Bei der Werkstoffverbesserung, d.h. einem Eingriff in die Aluminiumwerkstoffqualität, handelt es sich um eine massive Veränderung, da damit 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 damit verbundene Schichtbildung an der Oberfläche führt zu veränderten Maßen und damit zu einer Beeinflussung des Passungs-Systems. Die Lamellenstruktur birgt darüber hinaus auch Risiken im Hinblick auf Kontamination des hydraulischen Lenksystems sowie kritische Reibwertänderungen an

Vergleich – Kosteneffizienz

Oberflächenvorbehandlung und -beschichtung mit der atmosphärischen Plasmatechnik gegenüber Niederdruckplasma und weiteren Verfahren:

- Im Gegensatz zum Niederdruckverfahren ist die atmosphärische Plasmatechnik weit effizienter, da der Vorhandlungsprozess ohne eine aufwendige Unterdruckkammer auskommt und unter ganz normalen Luftbedingungen inline in der Fertigungslinie stattfindet.
- Im Niederdruck, d.h. im Vakuum behandelte Bauteile werden durch die erforderliche Kammer stück- und größenmäßig begrenzt, Produktionsprozesse müssen für die Vorbehandlung unterbrochen werden, die Bestückung erfolgt im Allgemeinen manuell.
- Die beschriebene atmosphärische Plasmatechnologie ist uneingeschränkt robotertauglich und inlinefähig. Das System kann in neue oder auch bereits bestehende Fertigungslinien sehr einfach integriert werden. Die Produktionsgeschwindigkeit wird um ein Vielfaches erhöht, der Einsatz von Manpower erheblich reduziert.
- Im Niederdruck-Plasma können weder Reinigungsprozesse bei Bandwaren wie im Coil Coating Prozess noch großflächige Vorbehandlungen für Verklebprozesse realisiert werden.
- Chemische Behandlungen benötigen Verbrauchsmaterial und hinterlassen vielfach schwer und sehr kostenaufwändig zu entsorgende Rückstände. Die Plasmatechnologie kann die Chemie im Reinigungsprozess meist vollständig ersetzen.
- Mechanische Vorbehandlungen (Aufrauen) sind sehr schwer prozesssicher zu realisieren und arbeiten ebenfalls mit Verbrauchsmaterialien.
- Die beschriebene Plasmatechnik ist absolut prozesssicher und wurde für den kontinuierlichen Einsatz in der automatischen Produktion entwickelt.

Die atmosphärische Plasmatechnologie eignet allerdings dann nicht, wenn Oberflächen infolge komplizierter Geometrien dem atmosphärischen Plasmastrahl nicht zugänglich sind oder wenn das Produktionskonzept bereits auf Kammerprozesse ausgelegt ist.

hoch belasteten Schraubverbindungen. Auch Eloxieren würde daher eine umfangreiche Produktvalidierung erforderlich machen.

Passivieren gilt als 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, so dass sich auch diese Methode ausschloss.

Die Möglichkeit der Niederdruck-Plasma-Beschichtung setzt schließlich die Bereitschaft voraus, in entsprechende Enklaven zu investieren. Bei großem Kapazitätsbedarf und je nach Bauteilgeometrie sind die Investitionskosten entsprechend hoch.

Alle drei bisher betrachteten Möglichkeiten haben eines gemeinsam: Sie sind sehr kostenaufwändig und müssten so in die 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 Pro-

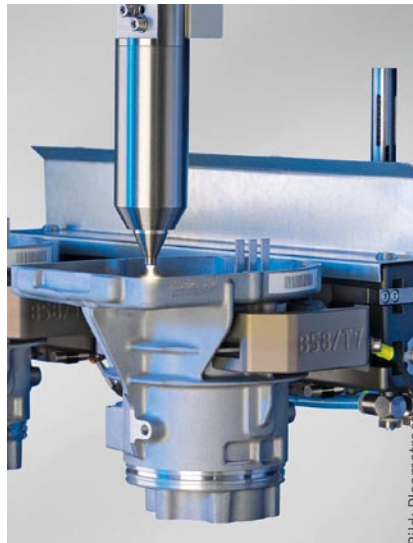


Bild 4: Vor der Plasmabeschichtung werden die TRW-Motor-Pumpengehäuse mit Openair-Plasma mikrofein vorgereinigt.

zesssicherheit somit erheblich (s. auch Vergleich: Kosten/Effizienz).

Fazit

Im Vergleich zu anderen Korrosionsschutzverfahren ließ sich im beschriebenen Einsatzfall das Atmosphären-

druck-Plasma-Beschichtungsverfahren mit geringem Aufwand ohne Produktionsstörungen in die TRW-Endmontage integrieren und konnte auch problemlos in die unternehmensinternen Qualitätssicherungsprozesse eingebunden werden (Bild 4). Dank der Möglichkeit des Auftrags lokaler Plasmaschichten bleiben kritische Bereiche unbeeinflusst, so dass sich neue Validierungen erübrigen. Von Vorteil sind ferner die geringen Investitions- und Unterhaltskosten. Der geringe Platzbedarf und Wartungsaufwand sowie niedrige Taktzeiten waren weitere Kriterien für die Integration im beschriebenen Anwendungsbeispiel. ■

Die Autorin

Inès A. Melamies (im@bluerondo.de) ist Inhaberin der Unternehmensberatung Blue Rondo International e. K in Bad Honnef.
Weitere Informationen zum Thema: Plasmateat GmbH, D-33803 Steinhagen, Tel.: +49 (0) 5204 9960-0, mail@plasmateat.de