

Leichtmetall-Oberflächentechnik

Haftfestigkeitsstörungen von neuen Pulverlacksystemen auf Aluminiumoberflächen – Ursachen, Lösungswege und praxisgerechte Prüfmethode

Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts wurden die Einflussgrößen auf die Haftfestigkeit von Pulverlacken auf anodisiertem Aluminium untersucht und bewertet.

Arbeitspakete

1. Projektjahr (Versuche am fem)

- › Lackscreening, Auswahl von Pulverlacken (gut/schlecht)
- › Kochtests, Korrosions-Klimaprüfungen (KK, ESS, FFK), Haftungsprüfungen
- › Alterungsverhalten, Erholung, Benetzung, Kontaktwinkel, Aufschmelzung
- › Scheinleitwertmessungen auf voranodisierten Schichten
- › Leitfähigkeitsmessungen in Spülen
- › Einfluss von Anodisationsparametern (Schichtdicke, Badtemperatur, Stromdichte)
- › **Einfluss von Spülparametern (Temperatur, Zeit)**

2. Projektjahr (Versuche am fem/FPL)

- › Grenzflächenuntersuchungen, chemische Analyse (IR, XPS, AFM)
- › Elektrochemische Analysen (Impedanz)
- › Verbesserung der Nasshaftungseigenschaften
- › Erarbeitung einer „neuen Prüfmethode“ zur Nasshaftung
- › Allgemeine Charakterisierung von Pulverlacken

Die voranodisierten Aluminiumsubstrate wurden bezüglich ihrer Chemie und Oberflächenmorphologie, der Oberflächenenergie und deren polarer und disperser Anteile und der Spülbedingungen in Bezug zur Aussagefähigkeit des üblichen Kochtests untersucht. Einen entscheidenden Einfluss auf die Haftung haben die Spülkriterien nach dem Anodisieren.

Aus umfassenden Untersuchungen zur Spüldauer sowie der Spültemperatur geht zum einen hervor, dass die Schwefelsäure, die nach der Anodisation in den Poren der Oxidschicht verbleibt, ein Hauptfaktor für mangelhafte Nasshaftung ist, was u.a. Leitwertmessungen belegen.

Zweitens wurde festgestellt, dass bei einer Spültemperatur > 80°C Beläge aus Böhmit- bzw. Diaspor entstehen, die auch bei kritischen Pulverlacksystemen die Nasshaftungsprobleme beseitigen. Dies wurde an etwa hundert untersuchten Pulverlackfarbtönen verschiedenster Lackhersteller nachgewiesen. Zur Sicherstellung einer optimalen Nasshaftung bei kritischen Pulverlacksystemen müssen also wichtige Spülkriterien beachtet werden.

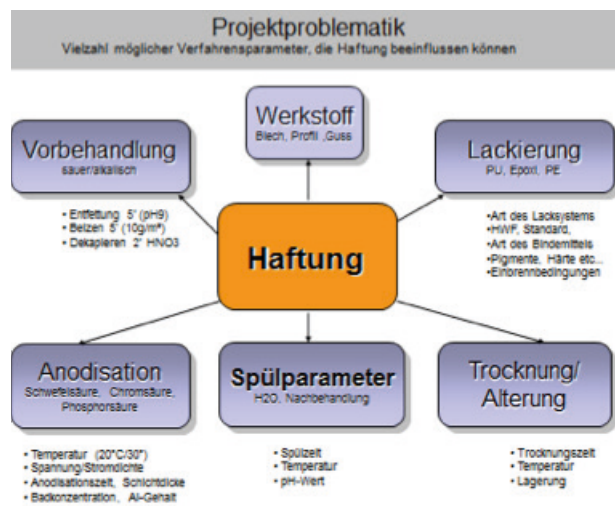


Abb. 1 | Übersicht der Zusammenhänge aller beeinflussenden Verfahrensparameter

Die Pulverlacke wurden bezüglich ihrer Eigenschaften in der Schmelz- und Härtungsphase sowie bezüglich ihrer Eigenschaften als Beschichtung auf voranodisiertem Aluminium untersucht. Ein hoher disperser Anteil der Oberflächenenergie, niedriger Kontaktwinkel und niedrige Viskosität sowie ein großes Verlaufsfenster der Pulverlackeschmelze begünstigen die Nasshaftung.

Die Wasserabsorption und -durchlässigkeit sowie die thermomechanischen Eigenschaften der Pulverlackbeschichtungen wurden charakterisiert und mit der Haftfestigkeit und den Korrosionsschutzeigenschaften verglichen. Mit guter Nasshaftung korrelieren eine niedrige Wasserdampfdurchlässigkeit und eine hohe Halbwerts-

zeit der Wasserabsorption bei hoher Temperatur. Bei 70°C wird bei allen untersuchten Pulverlackbeschichtungen bereits nach 30 min eine Sättigung der Wasserabsorption erreicht und die Glasübergangstemperatur durch Wasser signifikant abgesenkt. Damit verhalten sich die Pulverlackfilme im Kochtest gummielastisch.

Trotz teilweise negativer Kochtestergebnisse kann für die Praxis abgeleitet werden, dass die Voranodisation unter Einhaltung bestimmter Verfahrensparameter nachweislich als die beste Vorbehandlungsmethode zur Verhinderung von Filiformkorrosion anzusehen ist.

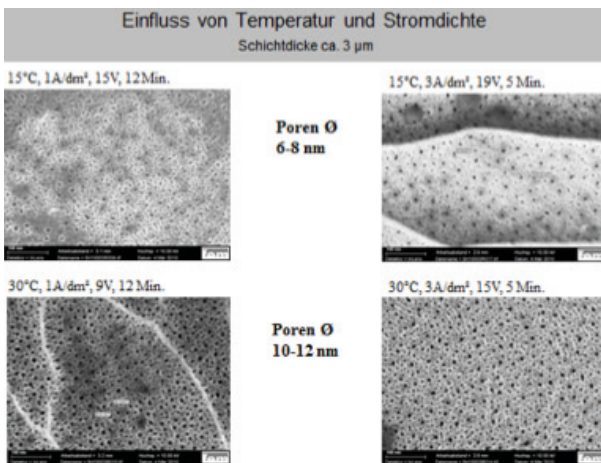


Abb. 2 | Porengröße in Abhängigkeit von Temperatur und Stromdichte

Ausblick

Die Untersuchungen der Einflussgrößen aus Substrat- und Beschichtungseigenschaften in ihrer Aussagefähigkeit auf die Stabilität des Haftverbundes zeigen, dass substratseitig die Spülkriterien nach dem Anodisieren den entscheidenden Einfluss auf die Haftung haben. Die Untersuchungen bestätigen, dass die Voranodisati-

on als VBH zur Erzielung von hochfiliformkorrosionsfesten Beschichtungen mit Pulverlacken, in Verbindung mit der Einhaltung der Spülkriterien, den höchsten Standard darstellt. Ein Weg, die Hafteigenschaften weiter zu optimieren, wäre die Erhöhung der Spültemperaturen, um den Aspekt der haftvermittelnden Oxidhydrate zu nutzen.

Es hat sich gezeigt, dass die Glasübergangstemperatur T_g aller untersuchten Pulverlackbeschichtungen durch Wasser erheblich, nämlich um zehn bis zwanzig Grad abgesenkt wird. Mit der Höhe der T_g sind wichtige Barriereeigenschaften verbunden, wie die Kinetik des Wassertransports durch die Beschichtung in die Grenzfläche zum Substrat. Eine gezielte Anhebung der T_g der Pulverlacke und -beschichtungen könnte ein Weg zur Optimierung der Nasshaftung sein.

Im Rahmen dieses Projekts konnte nur eine begrenzte Auswahl an Polyesterbindemitteln, Pigmenten und PVK der Modellbeschichtungen auf die Nasshaftung untersucht werden. Mit weiteren Varianten der Bindemittel, Pigmente und PVK könnte der Beitrag der inneren Grenzflächen der Beschichtungen zum Wasserhaushalt und der Barrierewirkung sowie die Reversibilität der Wasserabsorption auf die Nasshaftung weiter untersucht werden.

Danksagung

Das Forschungsvorhaben (16442N) des Vereins für das für das Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie e.V. (fem), unterstützt vom Fraunhofer IPA, wurde im Programm zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über die AiF finanziert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekt: AiF 16442

Projektpartner

Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke (FPL), Stuttgart

Ansprechpartner

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Funk, s.funk@fem-online.de