

Vermeidung wärmebedingter Rissbildung durch Optimierung des Strom-Spannungsregimes unter besonderer Berücksichtigung der Bauteilgeometrie und der Badbewegung

IGF-Nr. 20319 BR/1

Zusammenfassung

Für das thermische Management während des Anodisierens spielt die Anströmung der Probe eine entscheidende Rolle. Die Anströmung und der daraus resultierende Wärmeübergang von der Probe zum Elektrolyten ist einer der wichtigsten Parameter für die Erwärmung und Abkühlung der Probe. Die höchsten Werte für den Wärmeübergang werden in Durchflusszellen mit direkter Anströmung der Probe erreicht. Die geringsten Werte für den Wärmeübergang wurden bei der Einblasung von Luft gemessen. Bei der aktiven Umwälzung des Elektrolyten wurden durchweg bessere Werte für den Wärmeübergang festgestellt als bei ruhendem Elektrolyten (freie Konvektion). Bei unbekanntem Strömungsbedingungen ist es sinnvoll den Wert für freie Konvektion ca. $600 \text{ W}/(\text{K m}^2)$ für thermische Auslegung anzunehmen. Unterschiedlicher Bauteilgeometrien lassen sich aus thermischer Sicht auf die Betrachtung der Materialdicke vereinfachen. Dies ist maßgeblich für die thermische Zeitkonstante (Geschwindigkeit Erwärmung und Abkühlung). Wenn durch Pulsen auf die maximale Erwärmung der Probe Einfluss genommen werden soll, müssen die Pulszeiten im Bereich der thermischen Zeitkonstanten liegen oder darunter. Für die meisten technischen Anwendungsfälle sind Pulszeiten im Bereich von $0,1 \text{ s} - 1 \text{ s}$. Kürzere Pulszeiten sind ebenfalls thermisch wirksam, wegen der hohen technischen Anforderungen und Übertragungslimitierungen nicht sinnvoll. Je nach Materialdicke kann sich bei größeren Pulszeiten die thermische Wirksamkeit nicht adäquat entfalten. Vor allem die Fe- und Cu-haltigen intermetallischen Phasen in den Legierungsausscheidungen weisen eine sehr hohe elektrochemische Aktivität auf und zeigen in Schwefelsäure kaum Passivierungsverhalten. In den Modellversuchen konnte gezeigt werden, dass sich an diesen intermetallischen Phasen trotz eines geringen Flächenanteils von 3% zeitweise nahezu 100% des Gesamtstroms realisiert. Eine Oxidation des Matrixmaterials kann dann nicht oder nur sehr unzureichend stattfinden. Durch den Einsatz von Pulsregimen beim Anodisieren ist es möglich den Stromanteil zwischen intermetallischen Phasen und dem Matrixmaterial zu balancieren. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Werkstoffeigenschaften, wie z.B. die Härte und das zu erwartende Korrosionsschutzvermögen durch angepasste Pulsparameter positiv beeinflussen lassen. Durch die Feldversuche bei den Projektpartnern konnte gezeigt werden, dass sich die Ergebnisse aus dem Labor auch auf große Fertigungsanlagen übertragen lassen. Das bessere Verständnis der mit dem Oxidbildungsprozess einhergehenden Wärmeentwicklung kann direkt in effizientere Prozesse und Anlagen einfließen. Durch die differenzierte und dennoch simultane Betrachtung von Teilströmen beim

Anodisieren von Aluminiumlegierungen konnte das Verständnis bezüglich des Prozesses und der Korrosionseigenschaften deutlich verbessert werden. Die Ergebnisse ermöglichen eine systematische Beeinflussung der thermischen Prozesse, die deutlich über die schon vorhandenen empirischen Erfahrungen der Unternehmen hinausgehen. Durch die Hebung der Potentiale für das Anodisieren bei höheren Temperaturen und der damit einhergehenden Energieeinsparung entstehen für die Unternehmen Möglichkeiten der Kostenreduzierung. Durch Pulsen kann ebenfalls flexibler auf Veränderungen in der Bauteilgeometrie reagiert werden. Die Ergebnisse ermöglichen einen weiteren Schritt weg in Richtung konstruktionsgerechten Anodisieren als Ergänzung/Verbesserung zur anodisiergerechten Konstruktion. Aber auch die mögliche Verkürzung der Prozesszeit sollte sich positiv auf den Warendurchsatz auswirken. Des Weiteren können Fehler vermindert bzw. Ausfälle von ganzen Chargen durch Anodenbrände verhindert werden. Somit kann durch die Umsetzung der Ergebnisse ein direkter Wettbewerbsvorteil für die Unternehmen entstehen.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema von 02/2019 bis 06/2022 am Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme, Dresden (Winterbergstraße 28, 01277 Dresden, Tel. 0351 2553-7512) unter der Leitung von Dr. Michael Schneider (Leiter der Forschungseinrichtung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Michaelis).

Weitere Informationen erhalten Interessenten direkt bei der Forschungseinrichtung oder unter Angabe der IGF-Vorhabensnummer bei der Abteilung Projektmanagement und -controlling der DECHEMA e.V.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben Nr. 20319 BR der Forschungsvereinigung GfKORR e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.