

PROJEKTBERICHT

Chromfreies Einfärben von Edelstahlbauteilen

Einleitung

Aufgrund seiner Korrosions- und Anlaufbeständigkeit wird nichtrostender Edelstahl in vielen technischen Anwendungen eingesetzt. Die Silberfarbe von Edelstahloberflächen wird von vielen Betrachtern aber auch als kalt und nüchtern beurteilt. Das nachträgliche technische Einfärben von Edelstahloberflächen ist eine geeignete technische Maßnahme, den Einsatz von Edelstahlprodukten für verschiedene ästhetische Anwendungen (z.B. im Architekturbereich) zu erweitern. Der konventionelle technische Prozess (INCO-Verfahren) zum Einfärben von Edelstahlteilen besteht im Wesentlichen aus den zwei Prozessschritten, Eintauchprozess in heißer schwefelsäure-/chrom-säurehaltiger Lösung und anschließender elektrolytischer Behandlung. Dabei werden keine zusätzlichen pigmentierten oder anderweitig färbenden Schichten aufgetragen. Oxidschichten können auf Edelstahloberflächen durch verschiedene Techniken wie thermische Oxidation in Luftatmosphäre, chemische Oxidation oder elektrochemische Oxidation erzeugt werden. Unter diesen verschiedenen Verfahren hat sich jedoch die chemische Oxidation in der Industrie durchgesetzt (INCO-Verfahren).

In der betrieblichen Praxis sind stark saure chromathaltige Lösungen schwierig zu handhaben, da diese toxische Chrom-Ionen enthalten. Daher gilt in diesen Betrieben ein hohes Maß an Arbeits- und Umweltschutz. Zusätzlich fallen seit 2013 Cr(VI)-Verbindungen unter die REACH-Verordnung. Alle Anwender von Cr(VI)-Verbindungen durften diese ohne Zulassung nur noch bis zum 21.09.2017 benutzen. Dies ist für Oberflächentechnikbetriebe aus betriebswirtschaftlicher Sicht und langfristig gesehen, teuer und sowie technisch und administrativ mit hohen Aufwendungen verbunden. Eine gute Alternative für diese Betriebe wäre es, wenn zum Einfärben von Edelstahl chromsäurefreie Prozesse zur Verfügung stünden, die eine gleichwertige Oberflächenvergütung gewährleisten könnten.

Zielstellung

Ziel dieses Projektes war es, einen innovativen und umweltfreundlichen chromfreien Prozess zum Einfärben von Edelstahl zu entwickeln. Dies sollte durch Anwendung spezieller Stromformen (z.B. mittels Spannungs- oder Strompulsen) während des elektrolytischen Prozesses erreicht werden. Zusätzlich sollten die relevanten Prozessparameter zur reproduzierbaren Herstellung von verschiedenen Farben auf Referenzsubstraten identifiziert werden. In gezielten Materialuntersuchungen sollten die Eigenschaften der hergestellten farbigen Edelstahloberflächen unter praxisrelevanten Gesichtspunkten geprüft und mit dem INCO-Prozess verglichen werden.

Versuchsdurchführung

Für die Versuche wurden Stahlbleche vom Typ 1.4404 und 1.4301 verwendet. Das Probenmaterial wurde vorab vom Projektpartner (Firma Henkel) zugeschnitten und elektropoliert, um eine möglichst glatte und defektfreie Materialoberfläche für das elektrolytische Einfärben zu gewährleisten. Als Elektrolytlösungen wurden Schwefelsäurelösungen mit einem Gehalt von 2,5 mol/l und 5 mol/l H_2SO_4 eingesetzt. Die Färberversuche wurden in doppelwandigen, temperierten Glasgefäßen mit einem Volumen von 900 ml durchgeführt. Für die Versuche wurden Elektrolyttemperaturen von 30°C, 50°C oder 70°C untersucht. Als Gegenelektroden wurden platinierete Titanbleche verwendet. Als Referenzelektrode wurde eine Ag/AgCl-Referenzelektrode eingesetzt.

Ergebnisse

In den verschiedenen Versuchsreihen konnten Probenbleche aus dem Werkstoff 1.4301 und 1.4404 mittels Spannungs- oder Strompulsen in den chromsäurefreien Schwefelsäurelösungen eingefärbt werden. Gute Ergebnisse wurden mit Spannungspulsen bei Potentialen von -300 mV bis -200 mV (E_{low} -Spannungspuls) bzw. bei Potentialen von +1000 mV bis

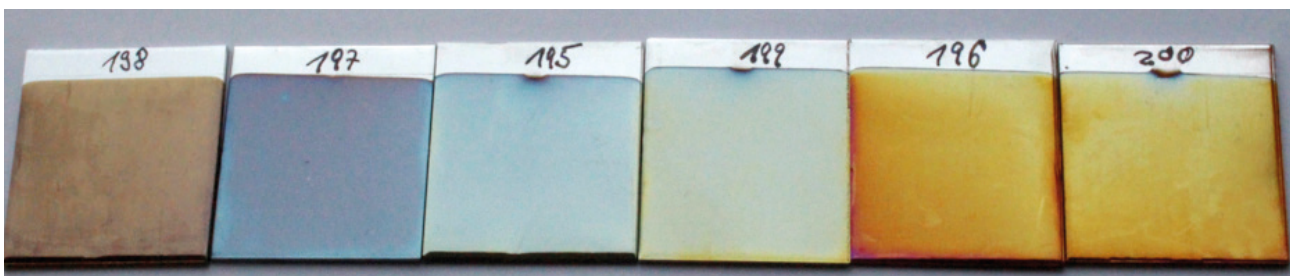
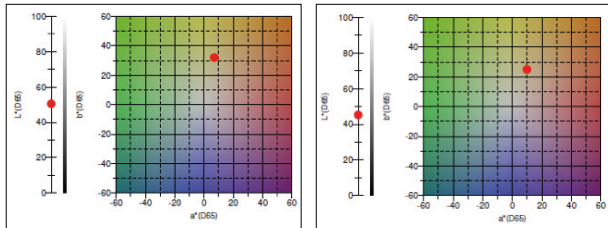


Abb. 1 | Mittels Spannungspulsen erzeugte Farbtöne auf Blechen vom Werkstofftyp 1.4301

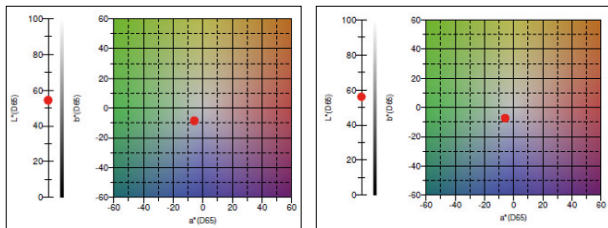
+1300 mV (E_{high} -Spannungspuls) erreicht. Auf Blechproben vom Werkstofftyp 1.4301 und 1.4404 konnten folgende Farbtöne – teils in unterschiedlicher Farbintensität – reproduzierbar erhalten werden: hellbraun-bronze, braun-dunkelbraun, stahlgrau-blau, helles lindgrün, goldgelb, rotviolett-rot und violett-blau.

Zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit wurde an ausgewählten Probenmustern zudem eine Farbmessung gemäß dem CIE- $L^*a^*b^*$ -Farbmodell mit einem kommerziellen Messgerät durchgeführt.



Probe Nr. 168: braun-dunkelbraun

Probe Nr. 176: braun-dunkelbraun



Probe Nr. 171: stahlblau

Probe Nr. 174: stahlblau

Abb. 2 | Darstellung von je 2 Messwerten für die Farbe braun und stahlgrau im $L^*a^*b^*$ -Farbraum

Die Darstellungen in Abbildung 2 zeigen, dass eine gute Reproduzierbarkeit von ausgewählten Farbtönen mit dem neuen chromsäurefreien Verfahren möglich sind. Die für das Projekt anvisierten Projektziele wurden entsprechend dem Arbeits- und Zeitplan von den Projektpartnern erreicht. Die durchgeführten Versuche und Materialuntersuchungen zeigten, dass mit einem einfachen schwefelsäurehaltigen Elektrolyten und gleichzeitiger Anwendung von Spannungs- oder Strompulsen Edelstahl vom Werkstofftyp 1.4301 und 1.4404 umweltfreundlich elektrochemisch eingefärbt werden können.

Danksagung

Diese Arbeit (Projekt-Nr. 33037/01) wurde über die DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert.

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

PROJEKT: DBU 33037/01

Laufzeit: 1.2.2016 – 31.1.2018

Industriepartner

Henkel Beiz- und Elektropolieretechnik GmbH & Co. KG

Ansprechpartner

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd

Dr. Reinhard Böck, boeck@fem-online.de, T 07171 1006-317