

Optimierung von Hartchromschichten

Von Dr. Klaus Leyendecker, Umicore Galvanotechnik GmbH, Schwäbisch Gmünd

Als Alternative zu herkömmlichen Hartchromschichten können Schichtkombinationen aus Nickel-Phosphor und Chrom eingesetzt werden. Dadurch lassen sich die Gesamtschichtdicken reduzieren, ohne die mechanischen und chemischen Eigenschaften der außen liegenden Chromschicht zu verändern. Gute Ergebnisse sind mit einer Kombination aus galvanisch abgeschiedenem Nickel-Phosphor (10 µm) und 10 µm Chrom zu erzielen. Zudem zeichnet sich das System durch wirtschaftlich und ökologisch günstige Daten aus.

Optimising hard chrome coatings

As an alternative to common hard chrome coatings a first layer of nickel-phosphorus and a second chrome layer can be used. Thus, the overall layer thickness can be reduced, without changing the mechanical and chemical properties of the chrome coating. A combination of 10 µm nickel-phosphorus and 10 µm presented good results. Additionally, the layer combination convinces due to its economical and eco-friendly data.

Hartchrom ist als Endoberfläche vor allem auf Stoßdämpfern, Hydraulikbauteilen oder Kolbenringen kaum zu ersetzen: Das Material besticht durch seine hohe Härte und sein exzellentes Abriebverhalten. Jedoch gibt es auch einige Nachteile – Chromschichten tendieren zu Mikrorissen. Dies kann im Falle von Stahl als Substratmaterial zu frühzeitigem Korrosionsversagen führen. Je dicker einlagige Chromschichten sind, umso gravierender wird das Problem.

Umicore Galvanotechnik hat in einem Projekt daher zweilagige Systeme getestet: Die untere Schicht soll den Korrosionsschutz übernehmen, die obere gewohnt gute Härte- und Abriebeigenschaften aufweisen. Das Ergebnis ist eine Kombination aus Nickel-Phosphor-Legierungsschichten mit Hartchrom (Protocore).

In einer umfangreichen Testreihe wurden hierzu zahlreiche, alternative Schichtsysteme untersucht: Reine Chromoberflächen sowie zweilagige Systeme, unter anderem von Chrom mit Kombinationen von Nickel und Nickellegierungen.

Folgende Varianten wurden ausführlich analysiert:

- Chrom (20 µm)
- Chrom (35 µm)
- Nickel-Phosphor (20 µm)
- Nickel-Phosphor (20 µm), 1 Stunde getempert bei 400 °C
- Nickel (10 µm) und Chrom (10 µm)
- chemisch Nickel (10 µm) und Chrom (10 µm)
- elektrolytisch abgeschiedenes Nickel-Phosphor (10 µm) und Chrom (10 µm)

Die Nickel-Phosphor-Legierungsschichten – sowohl die chemisch als auch die elektrolytisch abgeschiedene Variante – hatten einen Anteil von 88 % Nickel und 12 % Phosphor.

Normengerechte Prüfungen: NSS-, CASS- und Corrod-kote-Tests

Die Schichten wurden auf einen 230 mm langen, getemperten Stahlstab aus Cf 53 (1.1213) mit einem Durchmesser von 13 mm aufgetragen. Dessen Oberfläche hatte nach dem Polieren einen Rauheitswert (Ra) von unter 0,1 µm. Drei normengerechte Korrosionstests wurden angewandt: Der NSS-Test nach DIN-EN ISO 9227-NSS (Neutrale Salznebelprüfung) bis maximal 336 h, der CASS-Test nach DIN EN ISO 9227-CASS (kupferbeschleunigter Essigsäure-Salz-Sprühnebeltest) bis 240 h sowie der Corrod-kote-Test nach DIN 50958:212-12 mit bis zu zehn Zyklen.

Nickel-Phosphor-Chromschicht: Korrosion erst nach 800 Stunden

Die besten Ergebnisse lieferten zweilagige Systeme aus Chrom als Oberfläche und einer unteren Schicht aus Nickel-Phosphor-Legierungen: Vor allem im NSS-Test demonstrierten zweilagige Systeme ihre enorme Überlegenheit.

Während reine Chromschichten schon nach 16 h (20-µm-Schicht) und 24 h (35-µm-Schicht) massive Anzeichen von Korrosion zeigten, waren Materialproben insbesondere zweilagiger Nickel-Phosphor-/Chrom-Systeme auch nach 336 h noch nahezu unverändert. Während der Versuche behielten Materialproben im NSS-Test bis zu 800 h ihr ursprüngliches Aussehen. Reine Nickel-Phosphor-Schichten lieferten



Überzeugend im NSS-Test: Keinerlei Anzeichen von Korrosion finden sich auch nach 336 h auf einem zweilagig beschichteten Stahlstab (2.v.l.), während der nur mit Chrom beschichtete Prüfling (ganz rechts) bereits nach 24 h deutliche Anzeichen von Korrosion zeigt

unbefriedigende Ergebnisse in Bezug auf das Abriebverhalten.

Vorteile: Kosten reduzieren, Umweltschutz verbessern

Das bestechende Ergebnis des Projekts ist aber, dass die Schichtsysteme nicht nur deutlich besser gegen Korrosion schützen. Sie ermöglichen auch wesentlich geringere Gesamtschichtdicken. Dies bringt viele Vorteile: Unter anderem sinkt der Materialverbrauch. Daher reduzieren sich auch die Kosten. Schichten lassen sich zudem schneller auftragen und die sonst übliche mechanische Nachbehandlung beim Hartverchromen kann reduziert werden.

Dünnere Chromaufträge sind außerdem aus Sicht des Umweltschutzes wünschenswert. Wenn eine Chromschicht von bis zu 50 µm auf 10 µm sinkt, sind geringere Mengen an Chromverbindungen im Fertigungsbetrieb zu bevorraten und in der Abwasseranlage zu behandeln. Zusätzlich nimmt der Anteil an Bleichromat (PbCrO_4) ab, wenn herkömmliche Bleianoden verwendet werden.

Individuelle Systeme für Bagger, Stoßdämpfer oder Schwerlasthydrauliken

In der Praxis dürften häufig Systeme aus jeweils 10 µm Nickel-Phosphor und Chrom eine gute Wahl sein. Je nach Anwendungszweck lassen sich Schichtdicken und Kombinationen aber variieren oder mit einer weiteren Schicht – zum Beispiel Nickel – kombinieren. So ist etwa für Lastarme von Baggern ein weiterer Nickelauftrag von 10 µm auf dem Grundsubstrat denkbar. Stoßdämpfer zeigen neben einem zweilagigen System (10 µm Nickel-Phosphor und 10 µm Chrom) auch gute Ergebnisse bei einer dreilagigen Sequenz (8 µm Nickel, 2 µm Nickel-Phosphor und 10 µm Chrom).

Nickel-Phosphor: chemisch oder elektrolytisch

Weitere Vorteile ergeben sich, wenn die Nickel-Phosphor-Schicht nicht chemisch, sondern elektrolytisch aufgebracht wird. Es werden zwar Strom und Zubehör, wie Gleichrichter und Anoden, notwendig. Trotzdem überwiegen die Vorteile: Die Elektrolyte lassen sich einfach führen und analysieren. Sie sind weniger sensibel



Typische Anwendungen, die sich mit zweilagigen Systemen aus einer ersten Lage Nickel-Phosphor und einer Chrom-Endschicht optimieren lassen: Hydrauliken (links) und Stoßdämpfer (oben) (Bild: Shutterstock)

gegen Änderungen der Temperatur. Kontaminierungen mit Metallpartikeln sind nicht kritisch. Dies kann in Chemisch-Nickel-Processen zur Selbstzerstörung des Elektrolyten führen. Schließlich erfolgt ein elektrolytischer Auftrag von Nickel-Phosphor ohne Schwermetalle: Sowohl der Elektrolyt als auch der Auftrag sind frei davon.

Umicore Galvanotechnik hat als Ergebnis des Projekts einen exakt abgestimmten Nickel-Phosphor-Elektrolyten unter dem Namen NIPHOS® entwickelt, der insbesondere mit einer Hartchromschicht optimalen Schutz bietet und damit genau auf die Marktanforderungen der Verchromungsindustrie abgestimmt ist.

Zum Autor

Dr. Klaus Leyendecker ist Bereichsleiter Nichtedelmetall-Anwendungen bei der Umicore Galvanotechnik in Schwäbisch Gmünd. Das Unternehmen entwickelt, produziert und vertreibt unter anderem Elektrolyte sowie platinerte Anoden, die mit Hochtemperaturelektrolyse beschichtet werden.

↪ klaus.leyendecker@eu.umicore.com

Umicore Galvanotechnik GmbH

Die Umicore Galvanotechnik GmbH in Schwäbisch Gmünd/Baden-Württemberg ist mit rund 190 Mitarbeitern Schaltzentrale für alle Galvanoaktivitäten des Materialtechnologieunternehmens Umicore (www.umicore.com). Weltweit sind im Konzern rund 15 000 Mitarbeiter beschäftigt.

Das Gmünder Unternehmen bietet seinen Kunden technologisch hochwertige Produkte zur Oberflächenveredelung mit Edelmetallen und ausgewählten Legierungen. Zum Kundenkreis zählen international führende Hersteller, etwa aus den Branchen Elektronik, Automobil, Schmuck und Lifestyle. Umicore Galvanotechnik legt hohen Wert auf gesellschaftliches Engagement und Umweltschutz. Es besitzt unter anderem die RJC-Zertifizierung *Soziale Verantwortung* und fördert daher sozial ausgerichtete sowie umweltfreundliche Verfahrenstechniken. 2014 zählte es zu den *Top-Arbeitgebern*.

↪ www.umicore-galvano.com