

## Nickel-Phosphor plus Hartchrom

# Sandwichschichten für besseren Korrosionsschutz

Mikrorisse in Hartchromschichten können eine Schwächung des Korrosionsschutzes bewirken. Durch die Kombination von Hartchrom als Deckschicht und einer Schicht aus Nickel-Phosphor lässt sich der Korrosionsschutz bei dünneren Schichtdicken massiv verbessern.



Hartchromschichten können deutlich korrosionsbeständiger und dünner werden, wenn eine erste Lage aus Nickel-Phosphor darunter liegt

**H**artchrom ist als Endoberfläche vor allem auf Stoßdämpfern, Hydraulikbauteilen oder Kolbenringen kaum zu ersetzen: Das Material besticht durch seine hohe Härte und exzellentes Abriebverhalten. Jedoch gibt es auch einige Nachteile: Chromschichten tendieren zu Mikrorissen. Dies kann im Fall von Stahl als Substratmaterial zu frühzeitigem Korrosionsversagen führen. Hinzu kommt, dass das Risiko diesbezüglich mit zunehmender Dicke einlagiger Chromschichten steigt.

Umicore Galvanotechnik hat in einem Projekt daher zweilagige Systeme getestet: Prinzipiell soll die untere Schicht dabei den Korrosionsschutz übernehmen, während die obere Hartchromschicht die erforderlichen guten Härte- und Abriebeigenschaften besteuern soll. Das Ergebnis ist eine Kombination von Nickel-Phosphor-Legie-

rungsschichten mit Hartchrom (Protocore).

### Alternative Schichtsysteme

Um hier die bestmögliche Kombination zu finden und einen stichhaltigen Vergleich mit konventionellen Beschichtungen zu ermöglichen, wurden in einer umfangreichen Testreihe Alternativen untersucht: reine Chromoberflächen sowie zweilagige Systeme unter anderem von Chrom mit Kombinationen von Nickel und Nickellegerungen. Die Nickel-Phosphor-Legierungsschichten – sowohl die chemisch als auch die elektrolytisch abgeschiedene Variante – hatten einen Anteil von 88 Prozent Nickel und 12 Prozent Phosphor.

### Zweilagige Systeme überlegen

Die Schichten wurden auf einen 230 Millimeter langen, getemperten Stahl-

stab aus Cf 53 (Material: 1.1213) mit einem Durchmesser von 13 Millimeter aufgetragen. Dessen Oberfläche hatte nach dem Schleifen und Polieren einen Rauheitswert ( $R_a$ ) von unter 0,1  $\mu\text{m}$ .

Drei normengerechte Korrosionstests wurden durchgeführt.

Zunächst der neutrale Salzsprühnebeltest (NSS-Test nach DIN-EN ISO 9227-NSS) über eine Dauer von maximal 336 Stunden. Auch der sogenannte CASS-Test nach DIN EN ISO 9227-CASS, der kupferbeschleunigte Essigsäure-Salz-Sprühnebeltest, wurde bis zu 240 Stunden durchgeführt. Außerdem erfolgte der Corrodokote-Test nach DIN 50958:212-12 mit bis zu zehn Zyklen.

Die besten Ergebnisse in diesen drei Tests lieferten zweilagige Systeme mit einer Deckschicht aus Chrom und einer Basisschicht aus Nickel-Phosphor-Legierungen. Vor allem im NSS-

Test demonstrierten zweilagige Systeme ihre enorme Überlegenheit. Während reine Chromschichten schon nach 16 Stunden bei einer Dicke von 20 µm oder nach 24 Stunden bei einer 35 µm dicken Schicht massive Anzeichen von Korrosion zeigten, waren Materialproben insbesondere zweilagiger Nickel-Phosphor-/Chrom-Systeme auch nach 336 Stunden noch nahezu unverändert.

Während der Versuche behielten Materialproben im NSS-Test bis zu 800 Stunden ihr ursprüngliches Aussehen. Erwartungsgemäß lieferten reine Nickel-Phosphor-Schichten unbefriedigende Ergebnisse in Bezug auf das Abriebverhalten.

### Dünnere Chromaufträge

Das wichtigste Ergebnis des Projektes ist, dass die Doppel-Schichtsysteme nicht nur deutlich besser gegen Korrosion schützen, sondern es auch erlauben, die Dicken signifikant zu reduzieren. Dies bringt viele Vorteile: Unter anderem sinken Materialverbrauch und Kosten. Außerdem reduziert sich bei ansonsten gleichen Parametern die benötigte Abscheidezeit.

Zusätzlich kann die sonst übliche mechanische Nachbehandlung beim Hartverchromen reduziert werden. Dadurch lassen sich in allen Bereichen der Fertigung Kosten einsparen – ohne Kompromisse bei den Schichteigenschaften.

Dünnere Chromaufträge sind auch aus Sicht des Umweltschutzes wünschenswert. Wenn eine Chromschicht von bis zu 50 µm auf 10 µm sinkt, fallen entsprechend geringere Mengen von Prozessstoffen wie etwa Chromsäure an. Zusätzlich nimmt der Anteil an  $PbCrO_4$  ab, wenn herkömmliche Bleianoden verwendet werden.

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 Lage – zum Beispiel Nickel – kombinieren. So ist etwa für Lastarme von Baggern ein weiterer Nickel-Auftrag von 10 µm auf dem Grundsubstrat denkbar.

Stoßdämpfer zeigen neben einem zweilagigen System (10 µm Nickel-



Das zweilagige Schichtsystem mit einer 10 µm-Basischicht aus Nickel-Phosphor-Legierungen und einer 10 µm-Chromschicht (linker Block, rechter Stab) ist nach 336 Stunden im neutralen Salzsprühnebeltest (NSS-Test) nahezu unverändert. Massive Korrosion zeigt sich dagegen bei einer 35 µm dicken Chromschicht schon nach 24 Stunden im NSS-Test.

Phosphor und 10 µm Chrom) auch gute Ergebnisse bei einer dreilagigen Sequenz (8 µm Nickel, 2 µm Nickel-Phosphor und 10 µm Chrom).

### Elektrolytischer Auftrag

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. Ein weiterer Nachteil ist die stromdichteabhängige Schichtdickenverteilung, die jedoch bei Rund- und Stangenmaterial nicht relevant ist. Trotzdem überwiegen die Vorteile: Die Elektrolytansätze lassen sich einfach führen und analysieren. Sie sind weniger sensibel gegen Änderungen der Temperatur. Zudem sind Kontaminationen mit Metallpartikeln nicht kritisch. Dies kann in Chemisch-Nickel-Prozessen 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 Projektes einen exakt abgestimmten Nickel-Phosphor-Elektrolyten unter dem Namen Niphos entwickelt, der insbesondere in Kombination mit einer Hartchromschicht optimalen Schutz bietet und damit genau auf die Marktanforderungen der Verchromungsindustrie abgestimmt ist. ■

#### Kontakt:

Umicore Galvanotechnik GmbH, Schwäbisch Gmünd,  
Tel. 07171 607-01, [galvano@eu.umicore.com](mailto:galvano@eu.umicore.com),  
[www.umicore-galvano.com](http://www.umicore-galvano.com)