

Abonnieren Sie den Online-VeraLetter:
E-Mail mit Betreff «Abo VeraLetter»
an info@veralit.ch.

VeraLetter

«Die Leidenschaft sind die Winde, die durch die Segel aufgebläht werden; Sie setzen das Schiff manchmal unter Wasser, doch ohne sie käme es nicht vorwärts» – Voltaire

Liebe Leserin,
lieber Leser



Nehmen wir einmal an, Sie haben es im Kreuz. Gehen Sie dann lieber zum Spezialisten oder doch lieber zum Generalisten?

Es ist wahrscheinlich egal! Beide können richtig oder falsch liegen, denn kaum einer wird in der Lage sein die rund 400 relevanten Auslöser für Rückenschmerzen im Einzelnen zu beschreiben geschweige zu kennen.

So weit sind wir nun! Das Wissen wird immer spezieller und nützt uns immer weniger, weil es kaum einer mehr bewältigen kann. Der Experte kennt sich in der Tiefe seines Fachs immer besser aus, ist aber kaum mehr in der Lage mit einem anderen darüber zu reden. Daher wird Vermittlung und Übersetzung zur Schlüsselqualifikation.

Die Veralit ist Spezialist für Nickelschichten. Als ein Teil des Ganzen betrachten wir es als unsere Pflicht, Ihnen unser Spezialistenwissen zugänglich zu machen. In diesem Veraletter möchten wir Ihnen den Einfluss von Wärmebehandlungen auf die Eigenschaften der Schichten vermitteln.

Mein persönlicher Rat im Falle von Kreuzschmerzen ist übrigens: in Bewegung bleiben.

Freundliche Grüsse
Serge Bollier
Geschäftsführer

Was bewirken Wärmebehandlungen von chemisch Nickel Schichten?

Ein Grund für den vielfältigen Einsatz chemisch abgeschiedener Nickelschichten liegt darin, dass die Art der physikalischen und korrosionstechnischen Eigenschaften durch die spezifische Zusammensetzung eines Bades, sowie thermische Nachbehandlungsverfahren für manches wünschbare Anwendungsziel angepasst werden können. Dieser Umstand wird durch die zwangsläufige Mitabscheidung von Phosphor ermöglicht. Phosphor entsteht als Abbauprodukt aus dem Reduktionsmittel. Es lagert sich in das Gefüge der Nickelschicht ein und lässt dadurch eine Nickel-Phosphor-Legierung entstehen.

Die Verwendbarkeit chemisch abgeschiedener Nickel-Phosphorschichten sind von den Anwendungstechniken tatsächlich in mancher Hinsicht bestechend:

- Guter Korrosionsschutz
- Hoher Verschleisswiderstand

- Keine ferromagnetische Wirkung (unmagnetisch)
- Hohe Härte (durch thermische Behandlung kann die Härte bis auf 1000 HV gesteigert werden)
- Extrem gute Schichtverteilung auf dem Werkstück (kein Kanteneffekt, hohe Massgenauigkeit)
- Ästhetisches und dekoratives Aussehen, silbrig metallische Farbe
- Gute Griffestigkeit

Die Güte von aussenstromlos oder katalytisch abgeschiedenen Nickelschichten und deren Prüfung, sowie zum Teil Haltung und Wartung der Verfahren wird durch internationale Normen festgelegt und geregelt.

EN ISO 4527, DIN 50966; RAL-RG 660, Teil 2; MIL-C26074 B

Im Folgenden soll dem Anwender und dem Konstrukteur, die Arten und Funktionen der Wärmebehandlungen von Ni/P-Schichten verständlich gemacht werden.

Tabelle 1: Typen autokatalytisch abgeschiedener Nickelüberzüge für verschiedene Anwendungen

Typ	Phosphorgehalt Massenanteil in %	Anwendungen
1	Keine Anforderungen für den Phosphorgehalt festgelegt	Allgemeine Anwendungen
2 (niedriger Phosphorgehalt)	1 bis 3	Elektrische Leitfähigkeit, Löten und Drahtboden
3 (niedriger Phosphorgehalt)	2 bis 4	Haftfestigkeit und Verschleiss, die hohe Härte im Abscheidungszustand erfordern
4 (mittlerer Phosphorgehalt)	5 bis 9	Allgemeine Anwendung für Verschleiss- und Korrosionsbeständigkeit
5 (hoher Phosphorgehalt)	über 10	Hohe Korrosionsbeständigkeit im Abscheidungszustand, nichtmagnetische Anwendungen, zum Diffusionsschweissen, biegbare Überzüge mit hoher Dehnbarkeit; z.B. Überzüge, die einen Massenanteil von 12.5% Phosphor enthalten, als Unterlage für Festplatten.

Begriffe

Thermische Behandlung, Glühen, Anlassen, Tempern, oder allgemein Wärmebehandlung, bezeichnen das Erwärmen eines Materials über einen bestimmten Zeitraum im Ofen.

Chemisch Nickel Typen

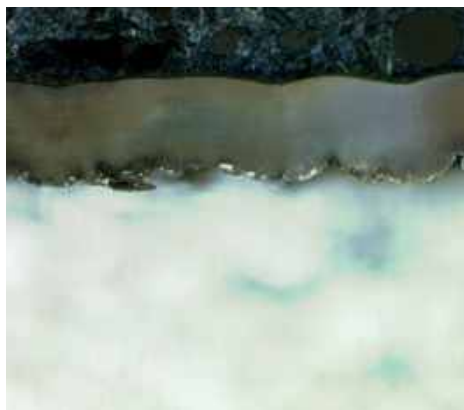
Der Phosphorgehalt in einer Nickelmatrix bestimmt die Mikrostruktur als auch das Gefüge einer chemisch abgeschiedenen Ni/P-Schicht. Dieser wird bewusst gesteuert über die Zusammensetzung und Prozessbedingung des Verfahrens.

Niederphosphorschichten mit 1–4% Phosphorgehalt haben einen kristallinen Aufbau mit vielen Korngrenzen, die mechanische und chemische Eigenschaften stellen. Hochphosphorschichten mit mehr als 10 % Phosphor besitzen keine geordnete Struktur und orientierte atomare Ordnung, man spricht vom amorphen Zustand auch metallisches Glas genannt.

Bei einer Wärmebehandlung finden in amorphen Schichten mikrostrukturelle Veränderungen statt, die bedeutende Eigenschaftsveränderungen nach sich ziehen. Es eröffnen sich weitere Möglichkeiten, die die Einsatzgebiete dieser Schichten erweitern.

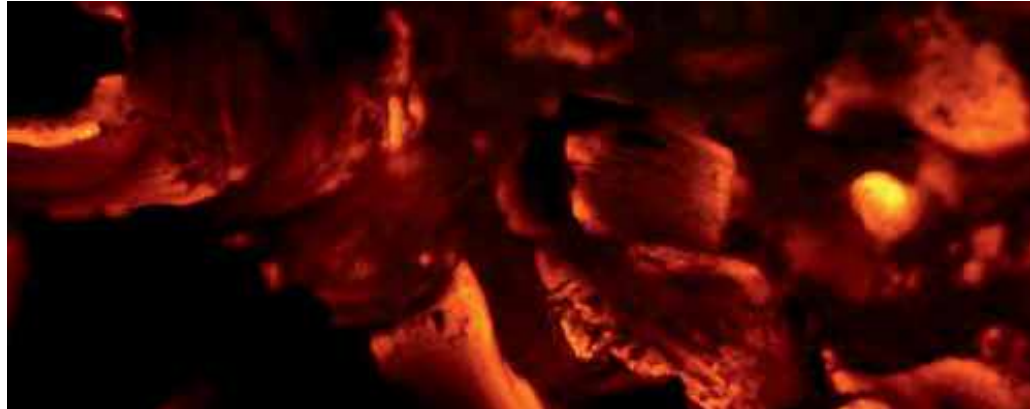


Querschliff Schicht Mikrokristallin Ni/P<9



Querschliff Schicht Röntgenamorph Ni/P>10

Was bewirken Wärmebehandlungen?



Haftung verbessern

Eine Wärmebehandlung von chemisch vernickelten Substraten, wie Aluminium, Buntmetalle, hochlegierte Stähle oder gehärtete Stähle, wirkt sich positiv auf die Haftung aus. Was Anlass zu der Annahme gibt, dass während der Wärmebehandlung eine gegenseitige Diffusion der Atome zwischen Substrat und Schichten stattfindet. In der EN ISO 4527 werden die Temperaturen und Expositionszeiten empfohlen

Verminderung der Wasserstoff

Versprödung

Gehärtete oder hochfeste Grundwerkstoffe müssen einer Warmbehandlung (Entgasung) unterzogen werden.

Während der Vorbehandlung (Reinigen und Aktivieren) und dem Beschichtungsprozess gelangt Wasserstoff in das Grundmaterial. Hochfeste (Schrauben) oder gehärtete Werkstoffe (Federn) verspröden. Die Wärmebehandlung um den Wasserstoff auszutreiben ist unmittelbar

nach der Beschichtung, 1 bis max. 3 Stunden, vorzunehmen. Das Tempern soll bei einer Temperatur von 200 +/- 15° Celsius während 3–20 Stunden durchgeführt werden.

Härtesteigerung

Die Abhängigkeit der Härte von Ni/P-Schichten von der Glühdauer und der Glüh Temperatur ist oft untersucht und kritisch diskutiert worden [1].

Die Härte ist die am ausführlichsten erforschte Eigenschaft von Ni/P Schichten um die daraus folgende Verschleissbeständigkeit zu verbessern.

Verschleissfestigkeit

Eine Wärmebehandlung von Ni/P>10-Schichten führt zu einer Steigerung der Verschleissfestigkeit wie dies aus neben stehender Abbildung hervorgeht. Der Massenverlust im Taber-Abraser ist im Vergleich zum Abscheidungs Zustand ohne tempern, wesentlich geringer.

Tabelle 2: Empfohlene Wärmebehandlungen nach EN ISO 4527

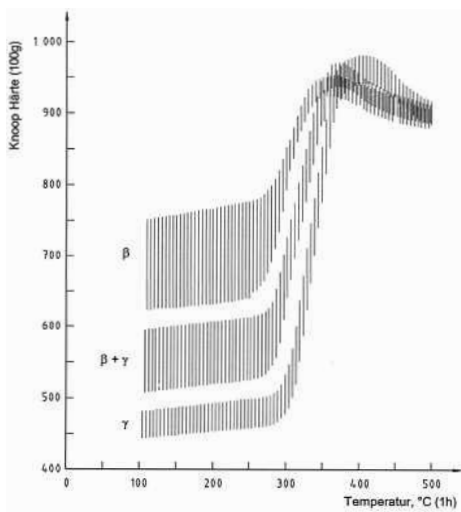
Klasse	Beschreibung	Temperatur °C	Zeit h	
1	Keine Wärmebehandlung; Überzug im Abscheidungs Zustand			
2	Wärmebehandlung für maximale Härte bei Typen (siehe Tabelle C.2)	1		
		260	20	
		285	16	
		320	8	
		400	1	
		2	3	350 bis 380
3	Zur Haftfestigkeit auf Stahl	4	360 bis 390	1
		5	365 bis 400	1
		375 bis 400	1	
3	Zur Haftfestigkeit auf Stahl	180 bis 200	2 bis 4	
4	Zur Haftfestigkeit auf aufgekohltem Stahl und aushärtbarem Aluminium	120 bis 130	1 bis 6	
5	Zur Haftfestigkeit auf Beryllium und nicht-aushärtbarem Aluminium	140 bis 150	1 bis 2	
6	Zur Haftfestigkeit auf Titanwerkstoffen	300 bis 320	1 bis 4	
7	Zur Haftfestigkeit auf Magnesium- und Kupferwerkstoffen	180 bis 200	2 bis 2.5	
8	Zur Haftfestigkeit auf Nickelwerkstoffen	220 bis 240	1 bis 1.5	
9	Zur Haftfestigkeit auf Molybdänwerkstoffen	190 bis 210	2 bis 2.5	

Bemerkung: Eine Wärmebehandlung kann die Zugfestigkeit und mechanische Eigenschaften eines legierten Werkstoffes, z.B. Aluminium über 130 Grad C, verringern. Beachte die technischen Werkstoffangaben.



Korrosionsrate von Ni/P Schichten unterschiedlichen Phosphorgehaltes von und nach der Wärmebehandlung. Bei 400 °C 1h nach [5].

Phosphorgehalt der Schicht	Korrosionsrate in $\mu\text{m/a}$	
	Vor der Wärmebehandlung	Nach der Wärmebehandlung
4.5%	295	774
9.0%	277	305
12.5%	269	297
15.5%	269	300



Reibung

Der Einfluss der Temperung auf die Reibungszahl von chemisch abgeschiedenen Ni/P-Schichten ist gering [3]. Die Art und Menge der Schmierung, die Last und die relative Geschwindigkeit der Reibpartner eine weit grössere Rolle, als die thermische Nachbehandlung.

Nach J. K. Dennis liegt die Reibungszahl von frisch abgeschiedenen Nickel Phosphorschichten gegenüber Stahl bei 0.21, bei getemperten Schichten 0.18. Für geschmierte Systeme gegen gehärteten Stahl zwischen 0.04–0.12 fanden H. Wiegand und Mitarbeiter [4].

Bestell- und Zeichnungangaben

Im VerallLetter Nr. 2 sind wir ausführlich auf die vom Auftragsgeber an den Beschichter zu richtende Informationen eingegangen. In Ergänzung und im speziellen zur Wärmebehandlung sind weitere Punkte unerlässlich:

- Bezeichnung des Grundmaterials
- Härteziel
- Anlasstemperaturen von Vergütungs- und Nitrierstählen
- Thermisch maximale Stabilitätsbelastung von Aluminiumlegierungen
- Besondere Anforderungen für die Wärmebehandlung

Literaturverzeichnis

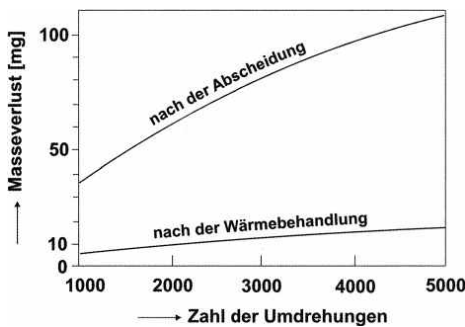
- [1] Nasser Kanani, Chemische Vernicklung, 1.Auflage S. 452
- [2] Krishnamoorthy, P.R., Metal Finishing 1992/11
- [3] Nasser Kanani, Chemische Vernicklung, 1.Auflage S. 458
- [4] Wiegand H. Und Mitarbeiter, Metalloberfläche 22
- [5] Rajam K.S., Plating and Surface Finishing, Sept. 1990 S. 63–66
- [6] Nasser Kanani, Chemische Vernicklung, 1. Auflage S.711

Anlauf- und Korrosionsbeständigkeit

Werden die Schichten im Ofen in Temperaturen $> 260^\circ\text{C}$ getempert, entstehen an der Oberfläche Anlauffilme, ähnlich wie wir es vom Härten her kennen. Um dies zu verhindern soll entweder im Vakuum oder wie in der Verallit AG in Schutzgas-Atmosphäre getempert werden.

Besonders gute Anlauf und Korrosionsbeständigkeit haben Hochphosphorschichten mit mehr als 10 % Phosphor. Generell gilt, dass je höher die Korrosionsbeständigkeit der ungetemperten Ni/P Schicht ist, desto geringer der negative Einfluss einer thermischen Nachbehandlung.

Beziehung zwischen Wärmebehandlungstemperatur und Härte nach einer Haltedauer von 1 Stunde. Für verschiedene Typen chemisch abgeschiedene Nickelüberzüge.



Verschleissfestigkeit einer Ni/P>10-Schicht vor und nach der Wärmebehandlung [2].



Anlaufscheibe Ni/P>10 wärmebehandelt



Wärmebehandlungsofen bei der Verallit AG

Beispiel aus der Praxis Wartungsfreie Rollenketten

(Dr. Ing. Gunnar Gödecke, Wippermann jr. GmbH, Hagen)

Der Trend in Maschinen- und Anlagenbau geht zur Verwendung von wartungsarmen oder -freien Maschinenelementen. Dabei ist nicht immer der Maschinen- oder Anlagenbauer die treibende Kraft, sondern in vielen Fällen auch der Anwender, da er für die Einhaltung vorgeschriebener Wartungsintervalle verantwortlich ist. Mit wartungsarmen oder -freien Maschinenelementen kann der Anwender den Aufwand für die Wartung minimieren. Die Kettenhersteller entwickelten daher in der jüngeren Vergangenheit mit Hochdruck wartungsfreie Rollenketten um die starke Abhängigkeit der Verschleisslebensdauer von der Häufigkeit und Güte der Wartung (Nachschmierung) zu entkoppeln.

Verschleissverhalten von Rollenketten

Der Verschleiss einer Rollenkette bedeutet primär einen Materialabtrag an Bolzen und Buchse. Ein sehr gutes Verschleissverhalten bieten Kettenbolzen mit thermochemisch veränderten Randschichten und funktionalen Beschichtungen. Sie werden im Allgemeinen in Kombination mit weiteren Konstruktionsprinzipien verwendet.



Beispiel beschichteter Kettenbolzen, zu Maximierung der Verschleissbeständigkeit



Ein Konzept: Das Kettengelenk aus einer porösen, mit Schmierstoff getränkten Sinterbuchse, in Kombination mit einem beschichteten Kettenbolzen, aufzubauen. Dadurch ist gewährleistet, dass immer eine definierte Menge Schmierstoff im Kettengelenk vorhanden ist. Also genau dort, wo der primäre Verschleiss auftritt, der zu einer Verlängerung der Kette führt.

Beschichtung der Bolzen

In der Praxis bewährt hat sich eine Beschichtung der Bolzen mit chemisch Nickel. Die aussenstromlos abgeschiedene porenfreie Nickel Phosphor Legierung mit einer Schichtdicke von bis zu 50 my, haftet hervorragend auf dem Grundwerkstoff und ist in Grenzen deformierbar, ohne dass Abplatzungen auftreten. Der sehr gleichmässige und gut steuerbare Schichtaufbau bedeutet eine gute Masshaltigkeit. Durch das Tempern der beschichteten Bolzen, wird eine Steigerung der Schichthärte auf über 1000 HV erreicht, was der Beständigkeit gegenüber adhäsivem und abrasivem Verschleiss zugute kommt.

Die Standzeit von Ketten mit chem. vernickelten Kettenbolzen liegt deutlich über der von einsatzgehärteten Standardbolzen. Bemerkenswert ist, dass die Verschleisskurve nach dem typischen degressiven Einlaufverschleiss, der wesentlichen Anpassung einer Kontaktfläche beruht, in einem linearen Verlauf mit sehr geringer Steigerung übergeht. Der Grund für dieses Verhalten liegt in der Bildung von Reaktionsschichten unter Beteiligung des in der Nickelschicht enthaltenen Phosphors.

(Teilauszug: Ganzer Bericht nachzulesen in www.wippermann.com.)

Verapedia

Entstehung und Vermeidung von Wasserstoffversprödung

Während Galvanisierprozessen, will heissen bei der Vorbehandlung und beim elektrochemischen Abscheiden von Metallen auf Gegenstände (Substrate), wird vielfach gleichzeitig Wasserstoff mit abgeschieden. Dieser Wasserstoff dringt in das Metallgitter ein und führt in der Folge zur Korrosion und zur wasserstoffinduzierten Rissbildung. Man spricht von der Wasserstoffversprödung, die ein schlagartig auftretendes Materialversagen hervorrufen kann. Besonders gefährdet sind Bauteile aus Stahl mit folgenden Merkmalen [6]:

- Zugfestigkeit >1200N-mm²
- Brucheinschnürung <als 50%
- Härte >40 HRC oder 450 HV
- Eigenzugspannungen, Oberflächenkerben

Wie kann die Wasserstoffbildung auf dem Werkstück verhindert bzw. reduziert werden?

- Bauteile ohne Zunder und Korrosion
- Bauteile ohne grosse Rautiefen
- Nicht oder minimal Beizen (Beize mit Inhibitor)
- Anstelle Beizen - elektrolytisch, anodisch Ätzen
- Ultraschall Entfetten und anodisch Entfetten
- Anodisch Aktivieren
- Elektrolyte und Prozesse verwenden mit geringer Wasserstoffbildung (veralisieren).
- Nach dem Beschichten tempern und dabei den Wasserstoff austreiben.

Leistungsspektrum der Veralit AG:

- >> Chemisch Vernickeln
- >> Veralit NISLIDE
- >> Veralit NIREPEL
- >> Veralit NIDUR
- >> Veralit NIRESIST
- >> Veralit NIBLACK
- >> Veralisieren
- >> Veralisieren/Instandsetzen
- >> Hartchrom

Bestellen Sie die detaillierten Produkt-Factsheets. Mail an: info@veralit.ch

VERALIT AG

Wagistrasse 7, CH-8952 Schlieren

Telefon +41 44 732 90 90

Fax +41 44 732 90 91

info@veralit.ch - www.veralit.ch