

WISSENSWERTES ÜBER CHEMISCH NICKEL

Was ist chemisch Nickel?

Chemisch Nickel ist eine Gesamtbezeichnung für Oberflächen, die autokatalytisch, d.h. stromlos, mit Nickel beschichtet werden. Dieser Belag setzt sich aus Nickel (ca. 88 – 98 %) und Zusätzen wie Phosphor, Bor, Teflon, Graphit etc. zusammen.

Das Abscheiden des Nickels erfolgt mit genau der gleichen Schichtstärke als eine amorphe Legierung von Kristallen ≤ 6 nm überall auf den unbedeckten Flächen des Grundkörpers. Typische Schichtstärke 1– 50 μm . Evtl. dispergierende Partikel werden gleichzeitig einheitlich im Belag abgeschieden.

Die enthaltenen, dispergierenden Partikel ändern die Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten der Oberfläche.

Wo wird chemisch Nickel eingesetzt?

Chemisch Nickel wird typisch als Korrosions- und/oder Verschleißschutz, für schmierende oder lötbare Beläge, zur "Rettung" komplexer Werkstücke mit Bearbeitungsfehlern, Renovierung abgenutzter Werkzeuge sowie als Unterlage anderer Beläge (z.B. magnetisierbare Beläge) eingesetzt. Die Eigenschaften von chemisch Nickel bilden hierfür die Grundlage.

Die Behandlung der Kundenwerkstücke

Das Ergebnis der "chemischen Vernicklung" kann nicht genau berechnet werden. Hierfür sind die Systeme zu komplex. Die Firma Nichro kann jedoch in der Regel die Zusammensetzung, die Eigenschaften und die Verwendung der beschichteten Oberflächen im Voraus abschätzen und innerhalb gewisser Grenzen eine Oberfläche nach Kundenwunsch gestalten.

Der Kunde und Nichro einigen sich über die Gestaltung und die Eigenschaften der Konstruktionsoberfläche. Nichro konzipiert und erstellt daraufhin eine Probebeschichtung der Werkstücke. Diese werden dann analysiert. Das Ergebnis wird dem Kunden zur Genehmigung vorgelegt, wonach die eigentliche Produktion in die Wege geleitet werden kann.

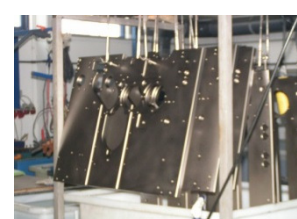


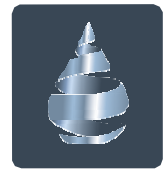
Bitte beachten Sie

Grundkörper aus Eisen, Aluminium, Beryllium, Kupfer, Titan und deren Legierungen lassen sich direkt beschichten. Bei anderen Materialien sind besondere Prozesse erforderlich.

Chemisch Nickel gleicht die Oberfläche nicht aus und kann somit keine Druckmarken, Bearbeitungsspuren, Löcher oder dergleichen glätten. Das vernickelte Produkt besitzt das gleiche Finish wie der Grundkörper vor der Beschichtung.

Um eine gute Haftung zu gewährleisten, muss die Oberfläche des Grundkörpers homogen sein und darf keine passiven Flächen besitzen.





WISSENSWERTES ÜBER CHEMISCH NICKEL

Eigenschaften der chemischen Vernicklung

Materialverteilung, Temperatur-, Abnutzungs- und Korrosionsfestigkeit sowie elektrische und magnetische Eigenschaften machen insgesamt die Merkmale aus, die die chemische Vernicklung zu einem hochwertigen Oberflächenbelag machen.

Korrosion

Das Abscheiden von chemisch Nickel erfolgt als amorphe Legierung ohne Poren und Risse. Der Belag gewährt bei Temperaturen bis 180 °C einen hervorragenden Korrosionsschutz des Grundkörpers. Ein noch besserer Korrosionsschutz wird durch Abscheiden von Belägen unter Einbeziehung von Phosphor erzielt, da ein hoher Phosphorgehalt (10 – 12 % Phosphor) die Kristallgröße auf ≤ 1 nm reduziert.

Erfahrungen aus der amerikanischen Ölindustrie haben ergeben, dass Carbonstahl mit Beschichtung aus chemisch Nickel eine wirtschaftliche Alternative zum Niro-Stahl und anderen hoch legierten Stahlsorten darstellt, die der Spannungsrisskorrosion ausgesetzt sind.

Temperaturbeständigkeit

Chemische Nickelbeläge besitzen einen niedrigeren Schmelzpunkt als reines Nickel (= 1452 °C). Z.B. besitzen Nickel-Phosphorbeläge bei einem Phosphorgehalt von 11 % einen Schmelzpunkt von ca. 880 °C. Diese Eigenschaft wird für schweißbare oder lötbare Oberflächen kommerziell genutzt.

Durch Wärmebehandlung ändern sich die Eigenschaften des chemischen Vernicklung, da die Kristallgröße mit steigender Temperatur zunimmt. Der Inhalt von Phosphor/Bor im Belag bildet Nickelborid- bzw. Nickelphosphitausscheidungen, die sich als Inseln im Belag verteilen. Die Inselbildung und die zunehmende Größe der Kristalle führen zu Zugspannungen, gefolgt von Rissbildung, erhöhter Korrosionsgeschwindigkeit und reduzierter Dehnbarkeit. Die Härte und Verschleißfestigkeit des Belages erhöhen sich.

Nach der Wärmebehandlung wird der Belag aufgrund der Inselbildung zu einem Dispersionsbelag. Diese Eigenschaft kann zur Änderung der physischen und technologischen Eigenschaften des Belages wie bei einer eigentlichen Dispersionsabscheidung genutzt werden. Die Belageigenschaften lassen sich somit in Bezug auf den technologischen Einsatz (z.B. Schmier-, Antihafteigenschaft etc.) maßschneidern.

Elektrische und magnetische Eigenschaften

Die elektrischen und magnetischen Eigenschaften der chemischen Nickelbeläge unterscheiden sich von denen der reinen Nickelbeläge. Z.B. besitzt Nickelphosphor (6 – 7 %) einen spezifischen elektrischen Widerstand von $60 \mu\Omega\cdot\text{cm}$ im Vergleich zu $6 \mu\Omega\cdot\text{cm}$ bei reinem Nickel.

Chemisch Nickel ist ferromagnetisch, während Nickelbeläge mit über 11 % Phosphor nicht ferromagnetisch sind. Diese Eigenschaft wird bei der Produktion von Computerfestplatten genutzt, da der nicht ferromagnetische chemische Nickelphosphorbelag für den magnetischen Kobaltbelag, der den Speicher der Festplatte enthält, eine geeignete Unterlage bildet.

Verschleiß

Unter 180 °C beträgt die Härte chemischer Nickelbeläge 500 – 750 HV für Nickelphosphor bzw. Nickelbor. Die Härte erhöht sich mit steigender Temperatur bis auf 1000 – 1400 HV für Nickelphosphor bzw. Nickelbor.

Der Belag wird also mit der steigenden Temperatur härter, aber inhomogener. Dies ergibt eine Verbesserung der abrasiven Verschleißfestigkeit gegenüber harten Partikeln oder harten Unebenheiten, die sich entlang dem Belag oder zwischen zwei Belägen bewegen.

Die uneinheitliche Oberfläche ist gegenüber adhäsivem Verschleiß empfindlich, d.h. fressender Verschleiß kommt bei zu hohem Reibungskontakt zwischen zwei Belägen vor. Chemische Nickelbeläge können aber mit schmierenden und reibungsreduzierenden Eigenschaften durch gleichzeitiges Abscheiden von z.B. PTFE, Molybdänsulfid oder Graphit erstellt werden.

Die geringe Dehnbarkeit des Belages ermöglicht erosiven Verschleiß durch Partikel, die den Belag rechtwinklig treffen. Bei dehnbaren Materialien tritt eine örtliche plastische Deformation ein, während sich Partikel von der Oberfläche eines spröden Materials lösen. Dem erosiven Verschleiß wirkt jedoch der hohe Elastizitätsmodul der chemischen Nickelbeläge entgegen.

Die Eigenschaften chemischer Nickelbeläge können unter Berücksichtigung des adhäsiven, korrosiven Verschleißes sowie des Ermüdungsverleißes bei Dispersionsabscheidung nach Kundenwunsch zugeschnitten werden. Eine Verbesserung der abrasiven Verschleißfestigkeit ist bei Verwendung des chemischen Nickelbelages als Tragschicht für z.B. Chrom möglich.



Einzelheiten über Wärmebehandlung von CHEMISCH NICKEL

Eigenschaften chemisch vernickelter Oberflächen

Durch Wärmebehandlung der chemisch vernickelten Oberflächen ändern sich deren Eigenschaften, da die Größe der amorphen oder mikrokristallinen Kristalle mit steigender Temperatur zunimmt. Der Inhalt von Phosphor/Bor im Belag bildet Nickelborid- bzw. Nickelphosphitausscheidungen, die sich als Inseln im Belag verteilen.

Korrosion

Die chemische Vernicklung gewährt bei Temperaturen bis 180 °C einen hervorragenden Korrosionsschutz, da sie poren- und rissfrei ist. Eine spätere Wärmebehandlung ändert diese Eigenschaft markant.

Hierbei erfolgt ein Umkristallisieren und Nickelphosphit- bzw. Nickelboridkristalle werden gebildet. Die Körnungsgrenzen und etwaige Zugspannungen im Belag ergeben einen erhöhten Zugang zum Grundmaterial und dadurch eine erhöhte Korrosion.

Aus der folgenden Tabelle geht hervor, wie ernsthafte Folgen es haben kann, falls das Grundmaterial und die Zugspannungen d.h. der Phosphor-/Borgehalt und die sonstige Chemie im Prozessbad nicht berücksichtigt werden.

Varmebehandling	Hårdhed HV	Korrosionshastighed $\mu\text{m}/\text{år}$
Ingen	480	15
190°C i 1,5 timer	500	20
290°C i 6,0 timer	900	1900

Korrosionstesten viser egenkorrosionshastigheden af kemisk nikkel udført i 10% saltsyre ved stuetemperatur. Varmebehandling af belægningen viser et dramatisk fald i egenkorrosionsbestandigheden af en amorf kemisk nikkelbelægning. Det kan konkluderes, at en afbrintning af højstyrkestål, ikke vil påvirke egenkorrosionsbestandigheden.

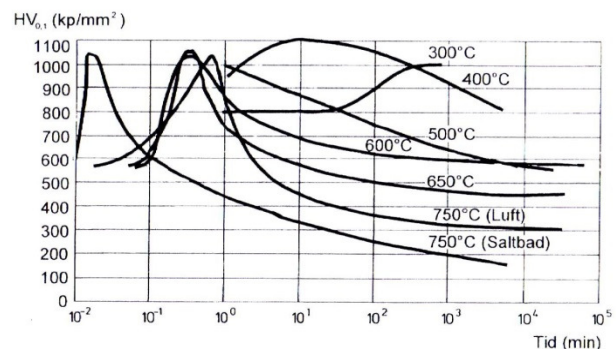
Wahl des Wärmebehandlungsverfahrens

Ein typischer Prozessverlauf für z.B. Werkzeugstahl (Stavax): Formgebung des Werkzeugs – Durchhärten – Anlaufen – Feinjustierung der Toleranzen – chemische Vernicklung – Wärmebehandlung und Anlaufen – fertiges Werkzeug.

In dem Fall wird die Wärmebehandlung 1– 2 St. bei 250 – 300 °C durchgeführt, was eine Oberfläche der chemischen Vernicklung mit einer Härte von ca. 800 HV und einer Korrosionsgeschwindigkeit der Größenordnung 50 – 100 $\mu\text{m}/\text{Jahr}$ für ein Nickelbad mit hohem Phosphorgehalt ergibt.

Verschleiß

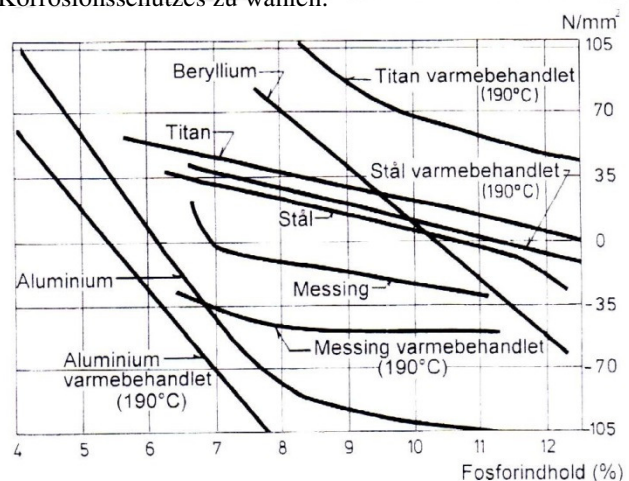
Unter 180 °C besitzen chemisch vernickelte Oberflächen typisch eine Härte von 500 HV. Die Härte erhöht sich durch die Wärmebehandlung. In der Theorie bis 1400 HV. In der Praxis liegt die Grenze aufgrund des Verlustes an Korrosionsbeständigkeit niedriger. Härten ab 800 bis 900 HV sind je nach Wahl der Wärmebehandlung nicht unrealistisch.



Hårdheden som funktion af tiden og temperaturen ved hærkning af kemiske nikkelbelægninger.

Wahl der Wärmebehandlungsbedingungen

Die optimale Wärmebehandlung ist unter Berücksichtigung des Grundmaterials, der Prozesschemie und der Kundenwünsche bezüglich der höheren Härte auf Kosten des Korrosionsschutzes zu wählen.



Innere Spannungen im Verhältnis zum Phosphorgehalt. Druckspannungen sind negativ.

Für wärmebehandelten Stahl ist es z.B. optimal, Prozessbäder mit einem Phosphorgehalt von ca. 10 – 11 % zu verwenden, da hierdurch eine spannungsfreie Oberfläche erzielt wird.



Tabel, side 3, kolonne 1

Wärmebehandlung	Härte HV	Korrosionsgeschwindigkeit $\mu\text{m}/\text{Jahr}$
Keine	480	15
190 °C/1,5 Stunden	500	20
290 °C/6,0 Stunden	900	1900

Der Korrosionstest ergibt eine Eigenkorrosionsgeschwindigkeit bei chemischer Vernicklung in 10 % Salzsäure bei Zimmertemperatur. Die Wärmebehandlung des Belags bewirkt eine drastische Reduktion der Eigenkorrosionsbeständigkeit einer amorphen, chemischen Vernicklung. Es kann der Schluss gezogen werden, dass bei Hochstärkestahl eine Entfernung von Wasserstoff die Eigenkorrosionsbeständigkeit nicht beeinträchtigen wird.

Billedtekst, side 3, kolonne 2, øverst

Die Härte als Funktion der Zeit und der Temperatur beim Härten von chemischen Vernicklungen