

Nitrieren und Nitrocarburieren

Uwe Huchel, ELTRO GmbH

1. Übersicht

Begriff:

Thermochemisches Behandeln zum Anreichern der Randschicht eines Werkstückes mit Stickstoff.

Verfahrensvarianten:

Nitrieren – Einbau von Stickstoff in die Randschicht

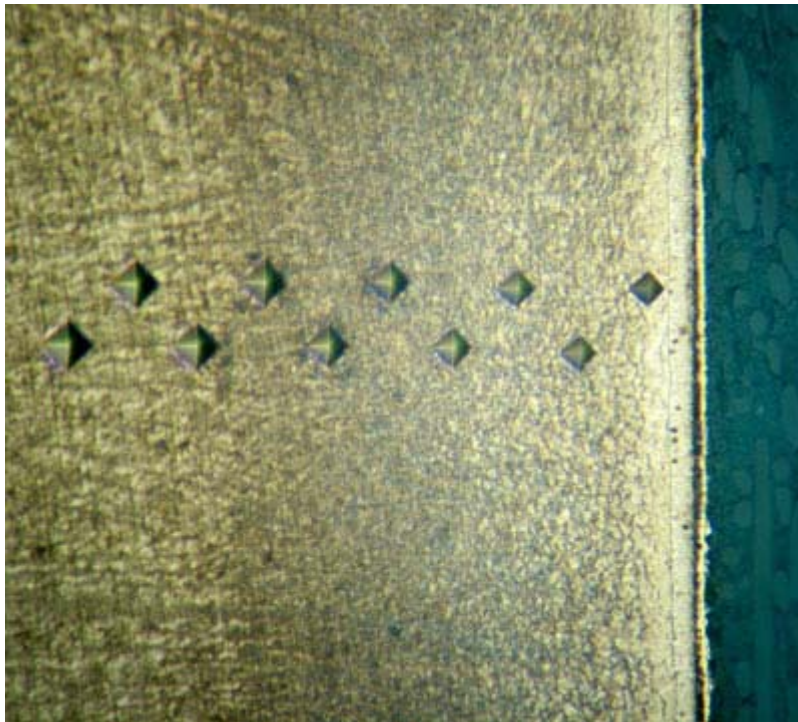
Nitrocarburieren – Einbau von Stickstoff und Kohlenstoff in die Randschicht

Typischer Temperaturbereich für die Behandlung:

500 bis 570 °C

Da nur das Randgefüge verändert wird und keine Gefügeumwandlungen im Kernwerkstoff auftreten, ist das Nitrieren und Nitrocarburieren ein sehr verzugsarmes Wärmebehandlungsverfahren.

2. Schichtaufbau



|

1

|2|

1... Diffusionsschicht

2... Verbindungsschicht (heller Bereich) mit Oxidschicht (schwarzer Bereich)

Bild 1 nitrierte Randschicht

Die im Bild 1 gezeigte Oxidschicht gehört nicht zur eigentlichen Nitrierschicht. Sie kann in einer Nachbehandlung erzeugt werden. Eine Oxidschicht kann das Korrosionsverhalten und das Einlaufverhalten verbessern.

3. Eigenschaften von Nitrierschichten

Quelle: H.J. Spies, „Nitrieren und Nitrocarburieren“, Veröffentlichung demnächst

Das Verhalten nitrierter Bauteile gegenüber tribologischen, chemischen und elektrochemischen Beanspruchungen wird vor allem durch den Aufbau der Verbindungsschicht bestimmt, ihr Verhalten gegenüber zyklischen, mechanischen und thermischen Beanspruchungen hauptsächlich durch den Aufbau der Diffusionsschicht.

Verbindungsschichten aus ϵ -Nitrid eignen sich als Schutzschichten gegenüber einem breiten Spektrum von Schädigungsmechanismen. Das gilt besonders für ihren Widerstand gegenüber komplexen tribologischen und chemischen Beanspruchungen. Die hohe Härte der Eisennitride gewährleistet eine Erhöhung der Beständigkeit gegenüber abrasivem Verschleiß. Die Adhäsionsneigung von ϵ -Nitridschichten ist auf Grund ihrer hexagonalen Struktur und ihrer Härte gering. Eisennitride sind passivierbar und zeichnen sich durch eine erhöhte Beständigkeit gegenüber neutralen Salzlösungen und atmosphärischer Korrosion sowie Tribooxidation aus.

Nachteilig wirkt sich vor allem bei dynamischen Beanspruchungen die geringe Zähigkeit der Verbindungsschichten aus.

Die Ausscheidung von Nitriden in der inneren arteigenen Randschicht führt zu einer Steigerung der Festigkeit und zum Aufbau von Druckeigenspannungen. Diese Wirkungen bleiben auch bei höheren Temperaturen erhalten. Diffusionsschichten haben deshalb neben der hohen Härte und hohen Druckeigenspannungen eine gegenüber dem Grundwerkstoff deutlich höhere Warmfestigkeit und Anlassbeständigkeit.

Die bei tiefen Nitriertemperaturen erzeugten Ausscheidungszustände zeichnen sich durch eine relativ hohe Stabilität aus, die auch bei Prüftemperaturen oberhalb der Nitriertemperatur noch wirksam ist. Das rechtfertigt den Einsatz nitrierter Bauteile z. B. nitrierter Warmarbeitswerkzeuge und Ventile auch bei Temperaturen oberhalb der Nitriertemperatur.

Mit der Steigerung der Festigkeit der Randschicht ist ein Rückgang ihrer Zähigkeit verbunden. Die Bruchzähigkeit von Diffusionsschichten ordnet sich in den bekannten Zusammenhang zwischen der Härte und der Bruchzähigkeit ein. Sie erreicht bei vergleichbarer Härte die Zähigkeit einsatzgehärteter Randschichten und gehärteter Schnellarbeitsstähle. Die Diffusionsschichten der Warmarbeitsstähle mit 5%-Cr haben auf Grund ihrer deutlich höheren Härte eine geringere Zähigkeit. Die Zähigkeit wird darüber hinaus maßgeblich vom Ausgangsgefüge vor dem Nitrieren beeinflusst.

Eine Nebenwirkung des Nitrierens ist eine von den Nitrierbedingungen und der Zusammensetzung des Grundwerkstoffes abhängige Umverteilung des Kohlenstoffs. Sie kann zu Zementitausscheidungen an Korngrenzen parallel zur Oberfläche führen, die einen Rückgang der Zähigkeit der Diffusionsschicht hervorrufen.

Die Verfestigung der Diffusionsschicht führt in Verbindung mit den Druckeigenspannungen zu einer deutlichen Erhöhung der Wälzfestigkeit und der Schwingfestigkeit sowie des Werkstoffwiderstandes gegenüber thermischer Ermüdung und Warmverschleiß. Die nitrierten Stähle erreichen die Wälzfestigkeit einsatzgehärteter Stähle. Dabei sind allerdings Grenzen, die sich aus der Nitrierhärte tiefe ergeben, zu berücksichtigen. Verwiesen sei

besonders auf die Möglichkeit, die Kerbempfindlichkeit durch Nitrieren wirksam zu verringern.

Die Kombination einer harten, dünnen artfremden Schicht mit einer dickeren, verfestigten arteigenen Stützschiicht ist nur für Nitrierschichten charakteristisch. Daraus ergibt sich die von anderen Verfahren der Randschichttechnik unerreichte Anwendungsvielfalt des Nitrierens. Die relativ niedrigen Behandlungstemperaturen, gemessen am Einsatzhärten und thermischen Randschichthärten, gewährleisten niedrige Maß- und Formänderungen, aus ihnen ergeben sich aber auch Grenzen für die erreichbare Diffusionstiefe.

4. Anwendungsbeispiele

Quelle: D. Liedtke, „Nitrieren und Nitrocarburieren“, Veröffentlichung demnächst

Motorenbau

Kurbelwellen, Nockenwellen, Ventile, Kolbenringe, Tassenstößel, Kipphebel....

Maschinenbau

Zahnräder, Gleitschienen, Wellen, Schieber, Zahnkränze und -stangen, Ritzel, Schrauben-, Steuer-, Synchron-, Schneckenräder, Schnecken, Schneckengetriebe und -wellen, Differentialgehäuse, Extruderschnecken und -zylinder, Förderketten, Leit-, Gewinde-, Transport-, Stellspindeln, Führungen, Steuerstangen, Achsschenkel, Kupplungslamellen, Schaltgabeln, Synchronkörper, Tachometerantriebe, Seiltrommelscheiben, Steuernocken, Ventil- und Steuerschieber, Pumpenritzel, -wellen, -zylinder, -körper, Kolben, Gleitteile, Pumpengehäuse, Verstell- und Hydraulikzylinder, Dichtungsringe, Führungsbuchsen, Federn, Passfedern, Federbeine, -führungen, -teller, Stifte, Bolzen, Führungsbolzen, -büchsen, Gabel- und Messerführungen, Gelenkkörper, Gleitbahnen, Türangeln, Lagerschalen, Nadellagerkäfige, Drucklagerringe, Anlaufscheiben.....

Werkzeuge

Warm- und Kaltumformwerkzeuge (Stahl), Kunststoffwerkzeuge, Press- und Biegewerkzeuge, Stranguß- und Strangpresswerkzeuge (Aluminium), Bohrer, Gewindebohrer, Zieh-, Biege-, Roll-, Stanz-, Schnitt-, Press-, Fließpress- oder Lochwerkzeuge, Bohrer, Fräser, Senker Räumnadeln, Gewindegewindeschneidwerkzeuge, Reibahlen, Dreh-, Form- und Abstechstähle

Vorteile für Warmarbeitswerkzeuge:

- eine hohe Anlassbeständigkeit,
- eine hohe Warmfestigkeit,
- ein ausreichender Warmverschleißwiderstand,
- eine hohe Zähigkeit,
- eine hohe Wärmeleitfähigkeit,
- eine geringe Warmrissempfindlichkeit,
- gute Gleiteigenschaften der Oberfläche und geringe Neigung zu Materialansatz durch Kleben.

Vorteile für Kaltarbeitswerkzeuge:

- hohe Druckfestigkeit (Härte, Widerstand gegen Schlag)
- eine hohe Zähigkeit (Biegefestigkeit)
- ein hoher Verschleißwiderstand (Schneidhaltigkeit) und teilweise eine geringe Kaltschweißneigung

Vorteile Schnellarbeitsstähle

- eine hohe Warmfestigkeit,
- ein hoher Warmverschleißwiderstand und
- eine hohe Zähigkeit

5. Wesentliche Unterschiede Nitrieren / Einsatzhärten

- Nitrieren: tiefere Behandlungstemperaturen, kein Abschrecken
 - bessere Maß- und Formbeständigkeit
 - geringere Eindringtiefe
- Um vergleichbare Eigenschaften zu erreichen, müssen beim Nitrieren oftmals andere Werkstoffe eingesetzt werden.
- Nitrierte Randschichten weisen einen verbesserter Widerstand gegen Fressen auf.
- Die Einhärtetiefe nach dem Einsatzhärten und die Nitrierhärtetiefe nach dem Nitrieren sind nicht identisch.