

Nitrieren und Nitrocarburieren

1. Grundlagen

Nitrieren ist ein thermochemischer Diffusionsprozess, bei dem Stickstoff in die Oberfläche von - überwiegend, aber nicht ausschließlich - Eisenwerkstoffen eingebracht wird. Über die Bildung von harten Nitridverbindungen kommt es zu einem Härteanstieg in der betroffenen Randschicht. Wird zusätzlich neben Stickstoff noch Kohlenstoff in die Oberfläche eingebracht, so spricht man vom Nitrocarburieren. Beim Nitrieren bilden sich in der Regel zwei Schichten aus, an der Oberfläche eine wenige μm dicke sogenannte Verbindungsschicht, welche rein nitridisch aufgebaut ist. Darunter liegt mit einer Dicke im Bereich bis einige Zehntel mm die Diffusionsschicht, in welcher sich Nitridausscheidungen gebildet haben und damit einen Härteanstieg bewirken.

2. Prozessparameter

2.1. Temperatur und Zeit

Als Diffusionsverfahren stehen insbesondere die Parameter Temperatur und die Zeit für die Steuerung der Tiefe zur Verfügung. Umso höher die Temperatur ist, desto schneller ist der Prozess. Allerdings sind hier metallurgische Grenzen gesetzt, so dass die Behandlung nicht über 580°C erfolgen sollte. Für das Schichtwachstum gilt aus physikalischer Sicht ein sogenanntes quadratisches Wachstumsgesetz, d.h. eine Verdopplung der Tiefe erfordert eine Vervierfachung der Zeit.

2.2. Werkstoff

Die chemische Zusammensetzung eines Stahls bestimmt im Wesentlichen die erzielbare Oberflächenhärte. Hier bilden insbesondere Elemente wie Cr, Mo, V, Al und andere sogenannte Sondernitride mit einer sehr hohen Härte. Das bedeutet, je höher der Anteil dieser Elemente im Stahl ist, desto höher ist die erzielbare Härte.

Nitrierprozess

Für das Nitrieren stehen drei gängige Prozesse zur Verfügung. Am weitesten verbreitet ist das Gasnitrieren, wobei üblicherweise Ammoniak als Stickstofflieferant Verwendung findet.

Man kann die Gasatmosphäre mit Hilfe einer Glimmentladung auch ionisieren, wobei man in diesem Fall von Plasmanitrieren spricht. Zu guter Letzt muss noch das Salzbadnitrieren erwähnt werden, wobei hier eine flüssige Cyanid-haltige Salzschnmelze als Stickstofflieferant dient. Im letzten Fall handelt es sich genau gesagt auch immer um ein Nitrocarburieren. Bei den beiden anderen Verfahren kann man über die Zusammensetzung der Atmosphäre entscheiden, ob ein Nitrieren oder ein Nitrocarburieren erfolgen soll.



Charge nach dem Gasnitrocarburieren und Oxidieren

3. Nitrierergebnis

3.1. Oberflächenhärte

Wie erläutert hat die chemische Zusammensetzung den entscheidenden Einfluß auf die erzielbare Oberflächenhärte. Darüber hinaus spielen noch der Wärmebehandlungszustand und die Nitriertemperatur eine (untergeordnete) Rolle. Weichgeglühte Gefüge erzielen eine geringere Oberfläche als normalgeglühte. Die höchsten Oberflächenhärtewerte lassen sich mit vergüteten Gefügen erzielen. Allerdings muss man im letzten Fall darauf achten, dass die Nitriertemperatur dabei unter der Anlasstemperatur des Stahls bleiben muss. Für die Oberflächentemperatur lässt sich beobachten, dass mit sinkender Nitriertemperatur die Oberflächenhärte ansteigt, allerdings verlangsamt sich dann natürlich auch der Prozess.

3.2. Nitriertiefe

Hier muss man zwischen Verbindungsschicht und Diffusionszone unterscheiden. Die Verbindungsschicht ist deutlich härter als die Diffusionszone und ein entsprechend guter Verschleißschutz. Will man eine möglichst dicke Verbindungsschicht erzielen wählt man üblicherweise Nitrocarburieren als Prozess.

Die Diffusionszone zeichnet sich neben der erhöhten Härte durch Druckeigenspannungen aus, wodurch sie sehr gern bei Wechselbeanspruchung eingesetzt wird. Je nach Werkstoff lassen sich hier Tiefen bis zu 0,6 mm in technisch vertretbaren Zeiten realisieren.

4. Eigenschaften

4.1. Verschleiß

Aufgrund der hohen Härte stellen Nitrierschichten häufig einen sehr guten Verschleißschutz dar. Die hohe Härte unterstützt dabei die Beständigkeit gegen abrasiven Verschleiß. Durch die einer Keramik ähnlichen Struktur der Verbindungsschicht sind aber auch die Gleiteigenschaften und die Beständigkeit gegen Adhäsionsverschleiß bei diesen Oberflächen sehr interessant. Stehen die Verschleißigenschaften bei der jeweiligen Beanspruchung im Vordergrund, dann wird man in der Regel das Nitrocarburieren als Verfahren auswählen.

4.2. Dauerfestigkeit

Aufgrund der Härte der Verbindungsschicht und der erzeugten Druckeigenspannungen in der Oberfläche, sind Nitrierschichten auch eine sehr gute Wahl bei Beanspruchung auf Dauerfestigkeit und auf Wälzfestigkeit. Ist diese Beanspruchung im Vordergrund für die jeweilige Anforderung, so greift man meistens auf das Gasnitrieren zurück und versucht durch eine Anpassung der Prozessparameter, die Bildung einer Verbindungsschicht weitestgehend zu vermeiden.

4.3. Korrosionsbeständigkeit

Aufgrund der keramikähnlichen Eigenschaften der Verbindungsschicht stellen Nitrierschichten einen guten Schutz gegen korrosive Beanspruchung dar. Die Verbindungsschicht muss dabei eine möglichst hohe Dicke aufweisen und möglichst frei von Defekten sein. Unterstützt wird die Korrosionsbeständigkeit noch zusätzlich durch ein nachfolgendes Oxidieren der Oberfläche, wodurch die Korrosionsbeständigkeit noch weiter ansteigt.



Charge zum Plasmanitrieren



Plasmanitrieren

Der WOW Partner

Für Plasma- und Gasnitrieren/-nitrocarburieren:
Rheintal Härtetechnik GmbH, Röthis, Österreich

