

Vakuumhärten

Die Verzugsarmut und die optimale Oberflächenbeschaffenheit der Werkstoffe nach der Wärmebehandlung sind zwei wichtige Vorteile, die für das Vakuumhärten sprechen. Wie bei jedem anderen Härteverfahren ist es wichtig, den genauen Prozessablauf zu kennen, um beste Härteergebnisse zu erzielen.

Verfahren

Die Grundlagen für eine verzugsarme Härtung werden schon bei der Erwärmung des Härtegutes gelegt. Grundsätzlich werden Härteofen und Härtegut gemeinsam von Raumtemperatur aus erhitzt, so entstehen weder größere Temperaturdifferenzen zwischen Ofenwand und Behandlungsgut noch damit verbundene Temperaturspannungen im Werkstück. Über die gesamte Prozessdauer erfolgt eine exakte Temperaturkontrolle der zu härtenden Werkstücke: Thermoelemente werden an der Oberfläche und in tiefen Bohrungen des Werkstückes befestigt, um bei der Erwärmung entstehende Temperaturdifferenzen zu überwachen und durch sogenannte Ausgleichzeiten abzubauen.

Die Erwärmung des Härtegutes findet im Vakuum statt. Da jedoch die Wärmeübertragung durch Strahlung im unteren Temperaturbereich zu Ungleichmäßigkeiten führen kann, wird bis 750 °C durch Konvektion mittels hochreinen Stickstoffs gearbeitet. Ist die Härtetemperatur erreicht, ist bis zum Abhärten eine Durchwärmungszeit von ca. 0,5 min je mm Wanddicke einzuhalten. Über spezielle Haltezeiten können wiederum die am Bauteil angebrachten Thermoelemente Rückschluss geben. Beim anschließenden Härteprozess erfolgt die Abkühlung des Härteguts mittels hochreinen Stickstoffs bei Drücken bis 6 bar. Auch hier können sowohl der Abschreckdruck als auch die Umwälzgeschwindigkeit optimal auf die Bauteilgröße eingestellt werden. Eine Oberflächenoxidation ist dabei ausgeschlossen – die Werkstücke bleiben blank. Mittels der Thermoelemente ist eine umfassende Kontrolle des Abschreckprozesses möglich. Je größer die Temperaturunterschiede im Werkstück sind, desto größer ist der Verzug. Zur Vermeidung dieser Verzüge ist es möglich, bei großen Werkstücken mit unterschiedlichen Materialanhäufungen einen gewissen Temperatenausgleich beim Abkühlen einzuregeln. Diese Möglichkeit wird auch als Warmbadeffekt bezeichnet. Dabei sind die Zeit-Temperatur-Umwandlungsdiagramme der Stähle zu berücksichtigen.

Werkstoffe

Seine Anwendung findet das Vakuumhärten fast ausschließlich bei höher legierten Stählen, weil die Gasabschreckung im Vergleich zur Wasser- oder Ölhärtung milder ist. Es eignen sich hochfeste Stähle, Warm- und Kaltarbeitsstähle, rost- und säurebeständige Stähle und HS-Stähle. Bei kleineren Abmessungen können auch niedriglegierte Stähle vakuumgehärtet werden.

Fertigung

Ein Hauptziel jeder Wärmebehandlung ist es, den Verzug bei Erreichen der optimalen Härtewerte minimal zu halten, denn Nacharbeiten wie Richten, Erodieren und Nachschleifen führen zu vermeidbaren Kosten. Was aber sind Verzugsquellen? Schon der Konstrukteur sollte darauf achten, dass grobe Querschnittsübergänge und scharfe Kanten am Werkstück vermieden werden. Bei der Materialentnahme aus dem Rohmaterial muss unbedingt daran gedacht werden, dass Verzüge in Faserlängsrichtung in der Regel am größten sind. Die durch eine mechanische Bearbeitung in das Material eingebrachten Spannungen können durch ein Spannungsarm- oder Normalglühen vor dem letzten Arbeitsgang wirksam abgebaut werden. Bei größeren Bauteilen ist unter Umständen ein Vorvergüten ratsam.

Kombination mit anderen Härteverfahren

Für Bauteile mit höchstem Verschleißwiderstand und Festigkeit bietet sich eine Kombination mit weiteren Wärmebehandlungsverfahren an. Aufgrund der „blanken“ Oberfläche nach dem Vakuumhärten können die Bauteile anschließend direkt nitriert werden. Auf diese Weise lassen sich z.B. bei warmfesten Werkstoffen Härtewerte von mehr als 68 HRC erreichen. Ein anderer Anwendungsfall ergibt sich bei einer nachfolgenden Titan-Nitridbeschichtung.

Vorteile des Vakuumhärtens

- Verzugsarmut
- Optimale Oberflächenbeschaffenheit
- Umweltfreundlich
- Exakte Dokumentation
- Exakte Reproduzierbarkeit des Härteprozesses