

# Prozesssichere Temperaturkontrolle beim Vergüten von Stabmaterial

von **Albert Book**

Zur Vergütung von Stab- und Rohrmaterial hat die Induktionstechnik die konventionelle Wärmebehandlung mehr und mehr ersetzt. Beim induktiven Erwärmen erfolgt die Umsetzung der elektrischen Energie in Wärme direkt im Material.

Der große Vorteil sind eine schnellere Aufheizzeit, ein hoher thermischer Wirkungsgrad sowie eine gezielte lokale und zeitabhängige Leistungseinbringung mit einer präzisen temperaturgeführten Regelung des Prozesses. Durch die beim induktiven Vergüten kurze Aufheiz- und Verweilzeit auf Austernittemperatur kommt es nur zu einer minimalen Zunderbildung und eine Entkohlung wird vermieden.

Durch die thermische Wärmebehandlung beim Härten, Abschrecken und Anlassen sollen optimale Gebrauchseigenschaften einerseits in Bezug auf Härte und Zähigkeit sowie andererseits für die Verformbarkeit bei gleich hoher Verschleißfestigkeit angestrebt werden.

Das Ziel des Härtens ist es, das Ausgangsgefüge vollständig in Austernit umzuwandeln und eine homogene Verteilung des Kohlenstoffs zu erreichen. Je präziser der gezielte Verlauf des Umwandlungsprozesses bei der Erwärmung und Abkühlung eingehalten wird, desto besser ist das Härteergebnis. Die Grenztemperaturen der Austernitbildung sind maßgeblich von der Aufheizgeschwindigkeit und der Haltezeit sowie von dem Gehalt an Legierungselementen abhängig. Mit zunehmender Geschwindigkeit verschiebt sich die Umwandlungstemperatur nach oben.

Nach dem Abschrecken erfolgt das Anlassen bei Temperaturen zwischen 400 – 600 °C. Die kurzfristige Erwärmung verringert die Härte bzw. Zugfestigkeit, um eine bessere Verformbarkeit zu erzielen. Auch hier hat das induktive Erwärmen gegenüber der konventionellen Wärmebehandlung große Vorteile, da beim schnellen Durchlaufen der kritischen Temperatur die sonst übliche Anlasssprödigkeit vermieden wird.

Die induktive Wärmebehandlung erfordert jedoch andererseits eine schnelle und genaue Erfassung der Materialtemperatur. Ideal geeignet sind Pyrometer, die aus der vom Objekt abgestrahlten Wärmestrahlung nach der Planck'schen Formel die Temperatur ermitteln. Die Messung der vorbeilaufenden Stangen erfolgt in Millisekunden berührungslos aus sicherer Entfernung.

Bei der Auswahl der Infrarot-Thermometer kann zwischen Spektral-Pyrometern, die bei einer Wellenlänge oder Quotienten-Pyrometern, die bei zwei Wellenlängen die Strahlung erfassen, ausgewählt werden. Bei einem Einkanal-Pyrometer führt eine Verschmutzung der Optik oder eine Schwächung



**Bild 1** Ein Quotienten-Pyrometer mit rechteckigem Messfeld erfasst selbst bei einem schwingenden Draht präzise die Temperatur.

der Strahlung durch Dampf und Staub im Sichtfeld unmittelbar zu einem falschen Messwert. Das Quotienten-Messverfahren hat im Vergleich dazu den Vorteil, dass es sich durch derartige Störungen nicht beeinflussen lässt. Selbst bei einem Schwächungsgrad von 90 % liefert ein Quotienten-Pyrometer noch sichere und korrekte Messwerte. Eine Besonderheit bei der berührungslosen Temperaturmessung ist der Einfluss der Oberfläche sprich der Emissionsgrad des Werkstücks. Wenn sich beispielsweise bei einer Objekttemperatur von 900 °C der Emissionsgrad zwischen 70 % und 80 % ändert, schwankt die Messwertanzeige eines Spektral-Pyrometers um ca. 17 °C. Ein Quotienten-Pyrometer reagiert hierauf deutlich unempfindlicher.

Gerade bei dünneren Drähten und Stangen in der Größenordnung der Messfläche des Pyrometers ist eine korrekte Ausrichtung und Fokussierung des Gerätes notwendig, um optische Messfehler zu vermeiden. Quotienten-Pyrometer bieten auch diesbezüglich eine wesentlich höhere Prozess-



**Bild 2** Die Vergütung von Fahrwerksfedern erfordert eine präzise Temperaturmessung, um reproduzierbare Produktionsbedingungen sicher zu stellen.

sicherheit, da im Vergleich zu einem Spektral-Pyrometer sich optische Einflüsse bei dem Messverfahren weniger stark auswirken. An Messpositionen, bei denen der Draht schwingt, werden inzwischen Quotienten-Pyrometer angeboten, die über ein rechteckiges Messfeld verfügen. Der Draht darf sich dabei innerhalb des Messfeldes frei bewegen (**Bild 1**).

Entscheidend für eine gleichermaßen gute induktive Vergütung sind reproduzierbare Produktionsbedingungen. Die korrekte Einhaltung der vorgegebenen Aufwärm-, Halte-, und Anlasstemperatur hat dabei einen prozentscheidenden Einfluss. Um hier das messtechnische Optimum zu erzielen, ist das Quotienten-Messverfahren vorzuziehen. Die Geräte sollten zwingend über eine optische Visiereinrichtung in Form eines Pilotlichtes oder eines Durchblickvisiers verfügen. In den letzten Jahren kommen vermehrt Geräte mit einer integrierten Videokamera zum Einsatz, um auf einem Monitor in der Schaltwarte jederzeit die optische Ausrichtung und Verschmutzung im Blick zu haben.

Eine typische Anwendung ist die Herstellung von Fahrwerksfedern (**Bild 2**). Nur durch eine reproduzierbare und präzise Prozessführung lässt sich sicherstellen, dass die Federn auch wirklich die angestrebten Materialeigenschaften besitzen. Für die Übertragung der Messwerte zur Anlagensteuerung wird bislang oft noch der analoge Stromausgang verwendet. Inzwischen kommt jedoch im Hinblick auf die Umsetzung der Industrie 4.0 die störsichere digitale Signalübertragung zum Einsatz. Mit Einführung der neuen IO-Link Schnittstellentechnologie findet momentan im Bereich der digitalen Kommunikation ein Generationswechsel statt. Mit IO-Link wurde ein standardisiertes, herstellerunabhängiges und feldbusübergreifendes Kommunikationskonzept entwickelt. Geräte mit IO-Link Schnittstelle lassen sich sehr einfach mittels genormter IODD-Treiber in alle gängigen Feldbussteuerungen einbinden. Zusätzlich zum Messwert werden Diagnoseinformationen oder Störmeldungen wie beispielsweise der Hinweis auf eine verschmutzte Linse oder dem Betrieb bei einer unzulässigen Umgebungstemperatur zur Steuerung übertragen.



Dipl.-Ing. Albert Book  
KELLER HCW GmbH  
Infrared Temperature Solutions (ITS)  
Tel. +49 5451 85-320  
albert.book@keller.de