

Laserhärten von Umformwerkzeugen

LASERSTRAHLHÄRTEN ist seit circa zehn Jahren industrietauglich im Einsatz und gewinnt kontinuierlich an Bedeutung. Neu ist der Einsatz von Hochleistungsdiodenlasern.



1 Der Laserstrahl ermöglicht das gezielte Härten bestimmter Bereiche 2 Die mehrachsige Kinematik erlaubt die ideale Ausrichtung des Laserkopfes auf fast jede Kontur 3 Die Laserhärteanlagen von Alotec lassen sich um die Funktionen Pulver- und Drahtauftragschweißen erweitern.

Die Einsatzmöglichkeiten des Laserstrahlhärtens werden stetig erweitert. Neben dem CO₂-Laser und dem Nd:YAG-Laser stehen nun direkt strahlende und fasergekoppelte Hochleistungsdiodenlaser (HLDL) zur Verfügung. Der HLDL hat aufgrund seiner kürzeren Wellenlängen ein deutlich besseres Absorptionsverhalten der Energie in den Werkstoff als die genannten anderen Laserstrahlquellen. Der Gesamtwirkungsgrad beim Laserhärten mit HLDL wird mit zirka 35 Prozent beziffert. Randschichthärtbar sind Baustähle, Vergütungsstähle, Werkzeugstähle und Stahlguss sowie auch verschiedene Gusseisensorten wie Grauguss mit Lamellen- oder Kugelgraphit. Für direkt härtbare Werkstoffe wird ein Mindestkohlenstoffgehalt vorausgesetzt (0,2 Masse-% C). Ebenfalls können aufgekohlte aber auch bereits plasmanitrierte Stähle mittels Laser gehärtet werden.

Die Oberfläche wird kontrolliert mit über 1000 K/s Temperaturanstiegsgeschwindigkeit auf Austenitierungstemperatur erwärmt – sehr nahe dem Schmelzpunkt, jedoch ohne diesen zu erreichen. Die Temperaturhaltezeit beträgt 10⁻³ s bis 10 s. Die Abkühlgeschwindigkeit wird durch die Wärmeleitung bestimmt. Im Normalfall wird unter atmosphärischen Bedingungen gearbeitet. Es bildet sich eine oft unbedeutende Oxidschicht. Diese kann, falls erforderlich, mühelos entfernt werden. Beim Laserhärten unter Schutzgasumgebung wird die Oxidschichtbildung verhindert. Die Gefüge sind im Vergleich zur Ofen- und Induktionshärtung deutlich feinkörniger. Die Härtewerte liegen entsprechend an der Obergrenze der durch Martensitbildung erzielbaren Härten. Die maximal erreichbare Einhärtetiefe (EHT) ist materialabhängig und reicht bis etwa 1,5 mm. Bei hochlegierten Lufthärtungsstählen erreicht man teils höhere Einhärtetiefen.

Wird im Ofen gehärtet, sind materialintensive Aufmaße am Bauteil erforderlich. Die Spannungsverzüge werden bauteilumfassend frei und Aufmaße müssen aufwendig nachbearbeitet werden. Ziel soll es aber sein, auch ein fertig zerspanntes Werkzeug härten zu können. Der Laserstrahl härtet verzugarm. Das Härteverfahren sollte stets aus den Funktionsanforderungen an das Bauteil und nicht nach der lokalen Verfügbarkeit einer Härtetechnik entschieden werden. Der Einsatz eines Härteverfahrens aus Tradition oder aus Forderungen nach unbegründet hohen Einhärtetiefen, etwa aus dem Sicherheitsdenken des Konstrukteurs heraus, muss der Vergangenheit angehören. Partielles Härten mit dem Laser wird zunehmend favorisiert. Die Grundzähigkeit im Werkzeugkern bleibt erhalten und die Rissanfälligkeit, resultierend aus Spannungsbelastungen, wird deutlich reduziert.

Wesentlich ist auch die Umweltfreundlichkeit des Verfahrens. Es werden keine Hilfsprozesse wie künstliches Vakuum und auch keine Zusatzmedien wie Wasser oder Öl benötigt. Die Kombination von Plasmanitrieren (flächenhaft) und Laserhärten (partiell), etwa zur Erhöhung der Einhärtetiefe an ausgewählten Konturen oder Punkten, ist möglich. Härtespurbreiten bis etwa 60 mm sind erreichbar. Hochleistungsdiodenlaser sind heute bis 10 kW verfügbar. Die Strahlquelle des Hochleistungsdiodenlasers wird mit einem Roboter geführt. Ein zusätzlicher Dreh-Kipp-Tisch zur Werkstückpositionierung gewährleistet fast ausnahmslos die Zugänglichkeit des Laserstrahls zur Bauteiloberfläche. Die in Dresden eingesetzte oberflächentemperaturabhängige Laserleistungsregelung Lompocpro ermöglicht die bestmögliche Temperaturkonstanz von zirka ±10 K auf der Werkstückoberfläche,

Partielles Härten erhält die Grundzähigkeit im Werkzeugkern, doch die Rissanfälligkeit wird deutlich reduziert.

auch unter wechselnden Wärmeableitungsbedingungen – eine Grundvoraussetzung für ein gleichmäßiges Härteergebnis. Anschmelzungen werden definitiv vermieden. Die Oberflächentemperatur wird per Kamera erfasst und in der Leistungsregelung verarbeitet. Dies erfolgt punktgenau durch die konkrete Zuordnung der Temperaturwerte zum Flächenelement innerhalb der Härtespur. Weitere Prozessparameter wie die Vorschubgeschwindigkeit des Laserstrahles und dessen Einstrahlwinkel auf das Material, bedingt aus der Bauteilgeometrie, werden aus vielen Härteprozessen und entsprechender Erfahrung festgelegt und bewertet. Spiegelsysteme ermöglichen, dass der Laserstrahl auch Innenbereiche von Bauteilen mit einem optimalen Einstrahlwinkel erreicht. Alotec in Dresden baut und liefert Laserstrahlhärteanlagen weltweit. Diese werden nach den technischen Anforderungen der Kunden konfiguriert. Die Laserstrahlhärteanlagen sind optional erweiterbar für das Laserpulver- und Laserdrahtauftragschweißen, nützlich für die Werkzeugreparatur. Alotec bietet aber auch die Lohnhärtung mit diesem Anlagenkonzept und Know-how an.

Dynamische Strahlformung

Das am Fraunhofer IWS Dresden entwickelte dynamische Strahlformsystem ›Lassy‹, auch als Scanner bezeichnet, ermöglicht variable Intensitätsprofile und Härtespurbreiten bei einer Scanfrequenz von 200 Hz. Damit kann der Laserstrahl ausgewählten Flächen variabel folgen und/oder auch auslassen. Der Wechsel von festen Optiken zur Spurbreitenveränderung wird überflüssig. Schlupfzonen werden vermieden.

Mit dem neuesten Baustein ›Lasmon‹ werden Laserquellen und Laseroptiken analysiert. Die Leistungsdichteverteilung geformter Laserstrahlen wird erfasst.

Mit der speziell entwickelten Simulationssoftware DCAM wird der Weg des Laserstrahles offline programmiert. Es können CAD-Daten unserer Kunden aus allen üblichen CAD-Systemen importiert werden. Alternativ werden Programme mit dem Teach-in-Verfahren erzeugt.

Neu ist das Angebot eines Kleinlasersystems ›Plug and Work‹. Damit bietet sich den Alotec-Kunden ein vollwertiges Anlagenkonzept mit einem Investitionsvolumen, das deutlich unterhalb des im Markt bekannten Rahmens liegt.

Seit 2010 steht ein mobiler Laser zur Verfügung. Damit können Härtearbeiten direkt bei den Kunden durchgeführt werden.

So ermöglicht es der Hochleistungsdiodenlaser, ohne große Investitionen ein fertig zerspanntes Werkzeug partiell zu härten, ohne es nachbearbeitet zu müssen. Das Werkzeug steht sofort nach dem Härten zum Produktionseinsatz bereit.

HINTERGRUND

DAS HÄRTEN dient der Erhöhung der Festigkeit und/oder des Verschleißwiderstandes. Die Fachwelt unterscheidet Härteverfahren wie das Ofenhärten, bei denen das Bauteil durchgehärtet wird, das Plasmanitrieren, durch das das Teil mit sehr geringer Einhärtetiefe umfassend flächenhaft gehärtet wird, aber auch partiell wirkende Randschichthärteverfahren wie das Flammhärten, das Induktionshärten und das Laserhärten mit jeweils unterschiedlicher Einhärtetiefe und Konturtreue.

DER LASER ermöglicht, ein fertig zerspanntes Werkzeug partiell zu härten, ohne das es nachbearbeitet werden muss. Das Werkzeug steht sofort nach dem Härten zum Produktionseinsatz bereit.