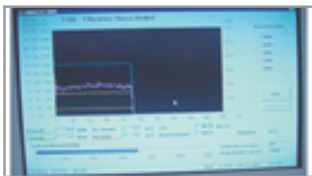


Metallentspannen mittels Schwingungsenergie

10.12.2009 | Redakteur/Autor: Redaktion SMM

Die Firma ICA Industrial beschäftigt sich seit Jahren mit dem Dimensionsstabilisieren. Mittels Schwingungsenergie werden gezielt verschiedene Arten von Metallen nachhaltig relaxiert. Die Methode ist eine kostengünstige Alternative zum Spannungsarmglühen, stört den Produktionsablauf nicht und funktioniert schnell und umweltfreundlich.



Während und nach dem mechanischen Bearbeiten von gewalzten, gegossenen, geschmiedeten und vor allem geschweissten Werkstücken aus Stahl, Eisen und anderen Metallen zeigen sich oft starke Verzüge, Verwerfungen und andere Formabweichungen. Diesen negativen Einflüssen kann durch Langzeitlagerung, Spannungsarmglühen oder durch Einkoppelung einer bestimmten Schwingungsenergie begegnet werden.

Jahrelange Forschung zum Thema Dimensionsstabilisieren

Bearbeitungsprotokoll:
Darstellung am Bildschirm
während des
Automatikbetriebs.

Franz J. Baldinger und Dr. Gustav Hans Weber von der Firma ICA beschäftigen sich mit dem Thema Dimensionsstabilisieren seit vielen Jahren und haben dieser Technologie durch konsequentes Forschen zu einem hohen Standard verholfen. ICA ist es erstmals gelungen, die erzielten Effekte mittels komplexer Messmethoden am PSI und am CERN anschaulich zu verdeutlichen.

Bilder zum Beitrag



Fotostrecke starten: Klicken Sie auf ein Bild (1 Bilder)

Die Applikationsforschungstätigkeiten wurden mit einer Vibmatic-6000-Anlage durchgeführt. Hersteller der Anlage ist die Firma VSR Industrietechnik aus Duisburg. Während der jahrelangen Zusammenarbeit konnte so ein sehr grosses Wissen in Systemtechnik, Anlagenbau und Applikationstechnologie generiert werden, Wissen, welches laufend in die F&E einfließt.

Spannungen im Metall und deren Relaxierung

Speziell schweis- und spanabhebende Bearbeitungen bauen im Metall und in den Körnern mikroskopisch kleine Spannungskonzentrationen (2. und 3. Art) auf, welche das Werkstück als Ganzes in einen metastabilen Eigenspannungszustand (Spannung 1. Art) versetzen. Beim Spannungsarmglühen bewirkt die hohe Temperatur ein «Fließen» des Materials - es stellt sich ein Materialverzug ein.

Nicht so beim gesteuerten Dimensionsstabilisieren mittels Einkoppelung automatisch ermittelter Schwingungsenergie, wo durch Platzwechselvorgänge und Glättungen der Spannungskonzentrationen ein Lastenausgleich herbeigeführt wird. Die kontrollierte Energieeinkoppelung via dem Makrospannungsfeld 1. Art beeinflusst direkt die Spannungsfelder der 2. und 3. Art. Das Teil ist gesamthaft verzugsfrei und ohne jeden Festigkeitsverlust relaxiert.

Funktionsprinzip des Dimensionsstabilisierens

Der Vibmatic-6000-Rechner von VSR Industrietechnik ermittelt selbständig und aufgrund des Spannungszustandes des Bauteils alle in Frage kommenden Schwingungsamplituden und Frequenzen. Um eine Beschädigung am Bauteil zu vermeiden, werden alle stabilen Resonanzfelder ausgeblendet. Das System arbeitet automatisch auf allen für die Relaxierung des Bauteils notwendigen Schwingungs-frequenzen. Vergleichsmessungen am Schluss der Bearbeitung zeigen auf einem Bearbeitungsprotokoll an, in welcher Grös-senordnung das Werkstück «dimensionsstabilisiert» wurde.

Forschungstätigkeiten am PSI

Um die Vorgänge im Innern der Metalle und die Arbeitsweise des Systems zu veranschaulichen, wurden am Paul-Scherrer-Institut (PSI) mittels Neutronendiffraktometrie verschiedene Bauteile vor und nach der VSR-Behandlung vermessen. Dies gibt den Kunden eine klare Aussage wie das System arbeitet und was es im Inneren eines Bauteils bewirkt. So kann auch genau festgestellt werden, wann das Bauteil tatsächlich relaxiert ist.

Diffractionsmessungen an Stahlplatte

Eine Problemstellung war, dass in grosser Anzahl hergestellte Stahlplatten (Mat Cr45Mo4) sich nach dem Aufsägen bis zu 0,3mm verwerfen und damit zu Ausschuss führen. Mit dem Spannungsarmglühen verliert das Teil an Festigkeit und verzieht sich trotzdem. Die Verzunderung stellt ein weiteres Problem dar. Für den Relaxierungsnachweis wurde ein Bauteil als Probe ausgewählt. Der Hersteller dieser Bauteile erhielt eine massgeschneiderte Anlage, mit welcher er inzwischen tausende von Teilen relaxiert hat. Die Bearbeitungszeit pro Teil beträgt weniger als 10 Minuten mit einer Ausschussquote von Null.

Diffractionsmessverfahren mittels Neutronen

Mit dem Neutronendiffraktometrie-Messverfahren konnte an der Stahlplatte und anderen Bauteilen erstmals der Nachweis erbracht werden, dass Werkstücke mittels gesteuertem Schwingungsprozess (Re-gelkreis) dimensionsstabilisiert werden können. Dr. Weber von der Firma ICA hat die für die Auswertung notwendigen mathematischen Grundlagen dazu entwickelt. Bei allen verschiedenen Berechnungsarten ist eine deutliche Glättung aller drei Spannungsarten zu erkennen. Das Teil ist verzugsfrei und ohne jeglichen Festigkeitsverlust relaxiert.

Berechnungsgrundlagen und Hook'sches Gesetz

Die Spannung ist ein Tensor, welcher über das Hook'sche Gesetz mit dem Dehnungstensor linear zusammenhängt. Die Koeffizienten dieses Gesetzes sind Schubmodul und Poissonzahl, welche die Querkontraktion bei Zug berücksichtigt. Das Neutronendiffraktionsmesssystem misst direkt die Linienposition der Bragg-Reflexe und die Linienbreiten nach der Flugzeitmethode der Neutronen bei festem Winkel. Aus diesen werden die Netzebenen-Abstände für drei verschiedene Miller-Indizes (Richtungsvektoren der Netzebenen) und daraus die Gitterkonstanten berechnet. Aus den Gitterkonstanten erhält man die Spannungen erster Art, welche sich über den ganzen Körper erstrecken. Aus den Linienbreiten erhält man die Spannungen zweiter und dritter Art. Sie erstrecken sich nur über Bereiche der Grössenordnung der Körner oder stellen gar Schwankungen der Spannungen innerhalb eines Kornes dar.

Forschungstätigkeiten am CERN

Physiker des CERN-Forschungszentrums haben während der VSR-Behandlung an einem Supermagneten (Gewicht 30t) des LHC's mit eigenen Sonden und Messmitteln die gleichen Resultate wie das VSR-Team festgestellt, was die PSI-Auswertungsergebnisse vollumfänglich stützt.

Weitgehender Verzicht auf Spannungsarmglühen

Dank den heute vorliegenden Erkenntnissen, welche ICA während vieler Jahre Forschung und Entwicklung erarbeitet hat, ist es möglich geworden, dass auf das Spannungsarmglühen weitgehend verzichtet werden kann. Ohne Wartezeiten und innert kürzester Zeit (max. Applikationszeit pro Bauteil = 2 Std.) kann das Metall entspannt werden. Mit minimalsten Logistikkosten, just in time und ohne Verzug der Teile findet der Vorgang statt. Das VSR-Dimensionsstabilisieren erfordert kein Nachbearbeiten (Verzunderung) des Werkstückes und ergibt eine klare Aussage über Relaxation mittels computererstelltem Protokoll. Ausserdem ist das Verfahren sehr umweltfreundlich (kein Rauch, keine Gerüche, keine Sandstrahlemissionen, keine Chemie von Farben etc.) und kostengünstig.

ICA bietet das Verfahren im Lohnauftrag an und verkauft Systeme, zugeschnitten auf die individuellen Bedürfnisse des Kunden. Eine vollautomatische Anlage zur Aufnahme einer grossen Anzahl von kleineren Teilen ist in Arbeit.

Autor
Franz Baldinger, ICA

Information
ICA Industrial Concept Applications
Via al Vallone 11
6514 Sementina
Tel. 091 857 99 66
Fax 091 857 99 68
ica.industrial@bluewin.ch

Ergänzendes zum Thema

+ Vorteile des VSR-Dimensionsstabilisierens

Bauteil vor Ort kann innerhalb sehr kurzer Zeit und auf Dauer verzugsfrei relaxiert werden.

- ? keine Logistikkosten
- ? keine Schäden am Bauteil (Verzunderung, Festigkeitsverlust)
- ? umweltfreundlich
- ? kostengünstig

Hochlegierte Metallteile (z.B. Behälter) erleiden keinerlei Festigkeitsverluste.

? Meist ist es die einzige Möglichkeit einer Relaxierung überhaupt

VSR-Applikationsvorgang während des Schweissens

- ? bessere und tiefere Diffundierung des Schweiss-materials
- ? gute Randzonenmischung
- ? keine Rissbildung
- ? höhere Duktilität

Für Werkstückgewichte von 50 gr bis über 200 t

- ? Schweisskonstruktionen, Maschinengusskörper
 - ? Hochlegierte Stähle für Chemie und Medizin
 - ? Verzugsgefährdete und präzise Teile im allgemeinen Maschinen- und Formwerkzeugbau
 - ? Stahlbaukonstruktionen, bei denen speziell auf Rissbildung zu achten ist
- Behandlung von Bauteilen vor Ort im Lohnauftrag
- ? Just in time
- Über hundert Referenzkunden ?
tausende von Anwendungen
- ? Hersteller von Schweisskonstruktionen
 - ? Firmen im Maschinenbau, Flugzeugbau, Werkzeug- und Formenbau etc.

Ergänzendes zum Thema

+ Finite Elemente-Anwendungen als Unterstützung bei komplexen Bauteile

Eine FE-Anwendung ist bei Werkstücken mit komplexen Formgebungen sinnvoll.

Sie gibt Aufschluss über:

- ? Lage der Schwingungsknoten (Eigenformen)
 - ? Eigenfrequenzen
 - ? Bereiche mit grossen Amplituden
- und dient als Entscheidungsgrundlage für:
- ? Lagerung des Bauteils
 - ? Position des Schwingungserregers
 - ? Position des Beschleunigungsaufnehmers

Dieser Beitrag ist urheberrechtlich geschützt.
Sie wollen ihn für Ihre Zwecke verwenden?
Infos finden Sie unter www.mycontentfactory.de.