

Strom & Wärme

MATERIALICA 05

Messeauftritt des ETP

Auf einem Gemeinschaftsstand verschiedener Bundesländer präsentierte sich das Institut für Elektrothermische Prozesstechnik während der MATERIALICA 2005 vom 20. bis 22. September in München. Die MATERIALICA gilt als internationale Fachmesse für Werkstoffanwendungen, Oberflächen und Product Engineering. Im Mittelpunkt des Messeauftritts des ETP stand eine reale induktive Quersfeld-Erwärmungseinheit für metallisches Bandmaterial in Form eines hochflexiblen Induktorsystems.

Das Design und die Ausführung des präsentierten Quersfeld-Induktorsystems sind patentiert und wurden erstmalig auf einer Messe vorgestellt. Mit diesem Induktorsystem können unterschiedliche Materialien bei flexibler Bandbreite mit identischem Induktor erwärmt werden. Das Temperaturprofil über der Bandbreite ist dabei nahezu beliebig einstellbar. Den vielen Fachbesuchern wurde die industrielle Anwendung demonstriert. Zahlreiche neue Kontakte konnten geknüpft werden, so dass der Messeauftritt des ETP ein großer Erfolg war. ■



Messestand des ETP

MMP in Riga 2006

International Colloquium

In tradition of the international scientific colloquiums *Modelling of Material Processing* in Riga in 1999, *Modelling for Saving Resources* in Riga 2001 and *Modelling for Electromagnetic Processing* in Hanover 2003 the University of Latvia organises, together with the Institute for Electrothermal Processes and, the next colloquium *Modelling for Material Processing* in Riga in June 2006. Recent results of research and development activities in the field of electromagnetic processing technologies for creating new and alternative materials, materials with highest quality and purity and new innovative products will be presented at the colloquium.



Papers on the following topics are welcome:

Numerical and physical modelling for electromagnetic processing of new and high quality metal alloys non-metallic materials

Crystal growing and surface treatment of semi-conductive materials

Production processes for new and innovative products.

The international colloquium will take place on June 8 and 9, 2006 in Riga (Latvia). For detailed information and online registration see the following web-site: www.modlab.lv/en/mmp2006.php ■

Redaktion:

Dipl.-Ing. Helene Kasjanow
Prof. Dr.-Ing. Egbert Baake
Telefon: 05 11 / 7 62 - 22 90
Telefax: 05 11 / 7 62 - 32 75
E-Mail: ewh@ewh.uni-hannover.de
URL: www.etp.uni-hannover.de

REI'05 in Katowice

Internationale Konferenz

Mit großem Erfolg fand vom 31. August bis 03. September dieses Jahres die internationale Konferenz REI'05 unter dem Titel „Research in Electrotechnology and Applied Informatics“ in Katowice (Polen) statt [1]. Es wurden etwa 30 Beiträge in Form von Vorträgen und Postern präsentiert. Dabei erstreckte sich das Themenspektrum von der Steuerung und Überwachung von Energieversorgungsanlagen über das induktive Erwärmen und Schmelzen metallischer und nicht-metallischer Werkstoffe bis hin zur Modellierung und Optimierung von elektromagnetischen, thermischen und hydrodynamischen Prozessen mit Hilfe angewandter Informatik. Die Konferenzteilnehmer kamen aus weiten Teilen Europas und auch aus Übersee. Mit 3 Beiträgen präsentierte das ETP einen kleinen Ausschnitt seiner aktuellsten Forschungsergebnisse. Hervorzuheben ist auch die perfekte Organisation dieser Konferenz durch den Leiter des Organisationskomitees, Herrn Prof. Jerzy Barglik, von der Silesian University of Technology (Katowice).

[1] Research in Electrotechnology and Applied Informatics. Conference Proceedings, Katowice – Kraków, August 31 - September 3 (2005) ISBN 83-88415-40-9 ■

Herausgeber:

Institut für Elektrothermische Prozesstechnik und Vereinigung zur Förderung des Instituts für Elektrowärme der Universität Hannover e.V.

Strom & Wärme



Universität Hannover
Institut für Elektrothermische Prozesstechnik
Prof. Dr.-Ing. B. Nacke

Universität Hannover I.H

Elektromagnetisch Induzierte Seigerung (EIS)

BMBF-Projekt zur Herstellung von Gradientenguss

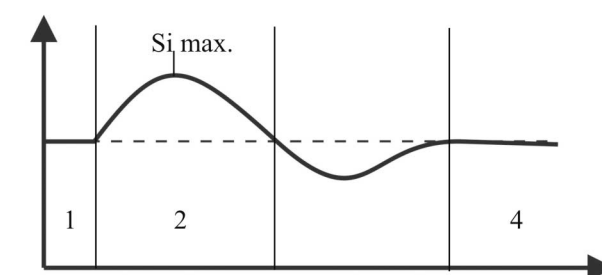
Das EIS-Verfahren dient zur Erzeugung von inhomogenen Bauteilen mit einstellbaren Eigenschaften. So lassen sich im Bereich des Leichtmetallgusses extrem leichte, aber trotzdem hoch beanspruchbare Bauteile herstellen. Dieses auch Gradientenguss genannte Verfahren basiert auf unterschiedlichen Kräften, die ein elektromagnetisches Feld auf Stoffe mit verschiedenen elektrischen Leitfähigkeiten ausübt. Hierdurch entsteht eine Relativbewegung der Hartstoffe, die durch die Ausprägung des Magnetfeldes gesteuert werden kann. Als Hartstoff dient in diesem Fall das primär ausscheidende Silizium einer leicht übereutektischen AlSi-Legierung.

Mittels numerischer Simulation ist ein geeignetes Induktorsystem entstanden, das für die Gradierung einer Laufbuchse optimiert wurde.

Der theoretische Verlauf der Gradierung erfolgt in vier Zonen.

An der Innenfläche bildet sich eine Randschale mit Ausgangskonzentration (1), deren Breite sich durch Vorwärmen der auch Pinole genannten Hül-

le variieren lässt. Die Anreicherungszone (2) kann durch die Magnetfeldstärke, Frequenz, sowie durch Parameter der Schmelze (Siliziumgehalt, Kornfeinung, Restkeimzustand) beeinflusst werden. Entsprechend lässt sich auch der Abstand des Konzentrationsmaximums von der Innenfläche wählen. Die Verarmungszone (3) ist der Bereich aus dem das primäre Silizium abgezogen worden ist. Er ist von seiner Form und Ausprägung eher von untergeordneter Bedeutung, da die Oberflächen nach der Endbearbeitung in dem Bereich maximaler Anreicherung liegen sollten, um die bestmöglichen Eigenschaften zu nutzen. Sind die Bauteilabmessungen im Vergleich zur elektromagnetischen Eindringtiefe groß, schließt sich eine ungradierte Zone (4) an, deren Eigenschaften der Ausgangslegierung entsprechen.



Räumliche Verteilung der Si-Konzentration

Ein Prototyp des Induktorsystems ist in eine Versuchsanlage integriert worden.

Erste Versuche zeigen, dass eine Gradierung in radialer, zusätzlich aber auch in axialer Richtung erzeugt wird. Durch Schliffbilder mit anschließender Untersuchung mittels Bildverarbeitung wird der Verlauf der Anreicherung im Bauteil bestimmt und der Einfluss der Parameter auf das Ergebnis untersucht.

Es soll im weiteren Verlauf des Projekts versucht werden generelle Aussagen über den Einfluss der Versuchsparameter auf die Verteilung des Primär-Silizium machen zu können. ■

Inhalt

Elektromagnetisch Induzierte Seigerung (EIS)	1
Induktivunterstütztes Laserschweißen	2
Neues SIF-Projekt	3
KristMAG-Projekt	3
MATERIALICA 05	4
MMP in Riga 2006	4
REI'05	4

Induktivunterstütztes Laserschweißen

Kick-off-meeting von europäischen Forschungsprojekt

In der stahlverarbeitenden Industrie werden Laser mittlerweile für vielfältige Schweißaufgaben eingesetzt. Der Laser bietet den Vorteil einer sehr konzentrierten Energieeinbringung, wodurch lediglich eine gezielte Erwärmung der Schweißnaht erfolgt, ohne andere Bereiche in Mitleidenschaft zu ziehen. Dieser Vorteil ist aber gleichzeitig auch wieder ein Nachteil, da sehr hohe Temperaturgradienten entstehen. Besonders bei Stählen mit hohem Kohlenstoffanteil kommt es aus diesem Grund zu signifikanten Nahtaufhärtungen. Deshalb bietet es sich an, eine induktive Nacherwärmung einzusetzen, um das Material für eine Gefügeverbesserung anzulassen.

Auch durch eine induktive Vorwärmung kann ein Prozessvorteil entstehen. Die Anhebung des Materials auf ein erhöhtes Temperaturniveau führt zu einer Reduzierung der benötigten Laserstrahlenergie. Zum Beispiel lässt sich dadurch bei gleicher Laserenergie die Prozessgeschwindigkeit erhöhen.

Erste Erfahrungen mit dem kombinierten Einsatz von Induktions- und Lasererwärmung konnten bereits in einem Forschungsprojekt der Stiftung Stahlanwendungsforschung im Bereich Laserschweißen von verzinkten höherfesten Stählen gewonnen werden, beim dem ein Induktor zur Nacherwärmung vom ETP optimal ausgelegt wurde.

Ziel des Vorhabens, welches vom Laserzentrum Hannover (LZH)

bearbeitet wurde, war die Entwicklung und Qualifikation eines Laserstrahlschweißverfahrens zur Verbindung hochfester Stahlbleche für den Karosseriebau. Durch eine möglichst prozessintegrierte lokale Nahtnacherwärmung sollte die aus dem hohen Kohlenstoffgehalt und der hohen Abkühlgeschwindigkeit resultierende Nahtaufhärtung verringert werden, um das Energieabsorptionsvermögen der Verbindung zu erhöhen.

Hinsichtlich einer Minimierung der Zinkschichtschädigung sowie des Bauteilverzugs ergab sich die Forderung nach einer sehr konzentrierteren Einbringung der Energie. Der bereits vorhandene Induktor hatte jedoch eine sehr breite Wärmeeinflusszone, wodurch es zu inakzeptablen Beschädigungen der Zinkschicht kam. Aus diesem Grund wurde vom ETP das induktive System optimiert. Mit dem neu ausgelegten Induktor reduziert sich die Wärmeeinflusszone erheblich, so dass das Projekt erfolgreich beendet werden konnte.

Die erfolgreiche Zusammenarbeit mit dem LZH kann nun in einem



Versuchstand mit kombiniertem Laser-Induktor Arbeitskopf

EU-geförderten Projekt weitergeführt werden. Vom Bereich „Research Fund for Coal and Steel“ wurde ein Forschungsvorhaben bewilligt, das gemeinsam mit 10 Partnern unter der Koordination vom LZH bearbeitet wird. Im September fand das Kickoff-Meeting für das auf drei Jahre ausgelegte Projekt statt. An dem Projekt sind mehrere Laserinstitute und Materialforschungsinstitute sowie zwei Stahlhersteller und ein direkter Anwender beteiligt.

Das Ziel ist eine Verbesserung der Schweißverfahren für höherfeste Stähle, um einen vermehrten Einsatz dieser Materialien in verschiedenen industriellen Anwendungen zu erreichen. Im Rahmen der Untersuchungen sollen Schweißverfahren für mehrere Anwendungen für größere Materialdicken (bis zu 40 mm) jeweils in Kombination mit induktiver Erwärmung betrachtet werden. Je nach Anwendung werden verschiedene Strahlverfahren oder Kombinationen eingesetzt. Neben dem Laserschweißen werden auch das Plasma- und das MAG-Schweißen betrachtet.

Das ETP hat in diesem Projekt eine Querschnittfunktion. Das Institut entwickelt für verschiedene Anwendungen das induktive System. Es werden dabei die induktive Vor- und Nacherwärmung im Zusammenspiel mit den verschiedenen Strahlverfahren untersucht. Dafür werden mehrere Simulationsmodelle entwickelt und mit Optimierungsalgorithmen kombiniert. ■

Neues SIF-Projekt

Induktives Randschichthärten komplexer Geometrien

In einem neuen, durch die Stiftung Industrieforschung (SIF) geförderten, zweijährigen Forschungsprojekt arbeitet das Institut für Elektrothermische Prozesstechnik mit vier deutschen Industriepartnern an der Optimierung induktiver Härtungsprozesse.



Für eine repräsentative Auswahl von Induktor-Werkstück-Familien sollen Richtlinien für die Auslegung und den Betrieb der induktiven Erwärmungseinheit mit Hilfe numerischer Simulationen aufgestellt werden. Eine schnelle Problemlösung bei ähnlich gearteten Härtaufgaben wird auf Basis dieser Ergebnisse möglich.

Kostenintensive Versuchsreihen zur empirischen Ermittlung der Parameter lassen sich auf dem Wege reduzieren.

Bei der Simulation wird ein abstraktes 3-D-Modell des Werkstücks erstellt und in finite Elemente unterteilt. Dabei werden Symmetrien des Werkstücks

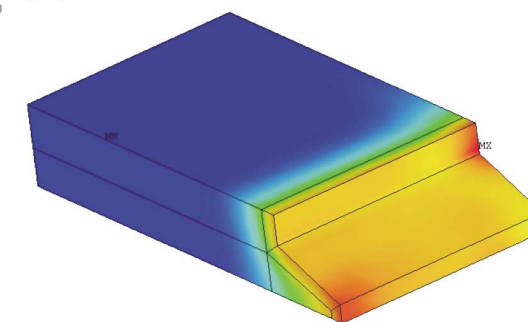
aus Gründen der Rechenzeitoptimierung ausgenutzt. Das resultierende Temperaturfeld wird mit Hilfe der Methode der finiten Elemente gelöst.

In dem Projekt werden Ein- und Mehrfrequenz-Härteverfahren untersucht und deren Einsatzgebiete gegeneinander abgegrenzt. Gerade für konturnahes Härten filigraner Werkstücke hat sich die Mehrfrequenztechnik als sehr hilfreich erwiesen.

Die Verifikation der Berechnungen erfolgt in Form von Probehärtungen der betrachteten Werkstücke. Die Analyse der Härteergebnisse, dazu zählen die Erstellung von Schlibbildern und Mikrohärtemessungen, geben Aufschluss über die technische Realisierbarkeit.

Durch das Forschungsprojekt sollen neue Anwendungsgebiete und Absatzmärkte für das induktive Härten insbesondere für komplexe Werkstückgeometrien erschlossen werden. Vorteile, wie beispielsweise

NODAL SOLUTION
STEP=6
SUB =12
TIME=.3
TEMP (AVG)
RSYS=0



20.003 140.818 261.632 382.447 503.262 624.077 744.892 865.706 986.521 1125

Temperaturverteilung in einem 3D-Werkstück

die wirtschaftliche Integration in den Fertigungsprozess oder die Prozesssicherheit, können somit genutzt werden. ■

Krist MAG-Projekt

Halbleiter-Kristallzüchtung

Die zunehmende Bedeutung der III-V Halbleiterkristalle, die Basis für die Bauelemente der Hochfrequenzelektronik sind, bewirkt aus industrieller Sicht die Notwendigkeit der Verbesserung der Qualität und der Kostensenkung der produzierten Kristalle (längere bzw. dickere Kristalle). Dabei geht es in erster Linie um die Verbesserung des Kristallzüchtungsverfahrens. Ein wichtiger Teil dabei ist die Optimierung der konvektiven Prozesse in der Schmelze, aus der der Kristall gezogen wird. Die Konvektion in der Schmelze wird mit steigender Tiegelgröße stärker, also je dicker bzw. länger der Kristall wird.

Die Kräfte, die von elektromagnetischen Feldern erzeugt werden, sollen gezielt genutzt werden, um die Strömungsbewegungen in der Halbleiter-Schmelze beim widerstandsbeheizten Prozess zu reduzieren.

Das ETP konnte über mehrere Jahre Erfahrungen auf dem Gebiet der Silizium-Kristallzüchtung sammeln. Numerische Simulationen helfen die physikalischen Prozesse während der Kristallzüchtung besser zu verstehen und die Prozessparameter zu optimieren.

In dem neuen Projekt „Kristallzüchtung im Magnetfeld (KristMag)“ soll eine technische Lösung für die Verbesserung der Qualität der III-V-Halbleiterkristalle und Steigerung der Produktivität gefunden werden. Ein angepasstes Magnetfeld soll helfen, eine bestmögliche Kristallqualität zu erreichen. ■