

## MM 25 Material Design

Zeit: Samstag 14:45–16:30

Raum: TU H2038

MM 25.1 Sa 14:45 TU H2038

**Consolidation Process during Diffusion Bonding in Continuous Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Fiber-reinforced NiAl Composites** — ●HAO CHEN, WEIPING HU, YUNLONG ZHONG, and GÜNTER GOTTSTEIN — Institute of Physical Metallurgy and Metal Physics, RWTH Aachen, 52056, Aachen, Germany

A theoretical model for solid-state diffusion bonding during the consolidation process of continuous Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fiber reinforced NiAl composites has been presented. The aim of which was to evaluate the operated mechanisms for consolidation and to determine the optimal hot pressing parameters (time, temperature, pressure). It was found that plastic deformation caused by creep was dominant mechanism in the consolidation process at high temperatures and high pressures. Only in the final collapse of the porosities, the diffusion mechanisms (surface diffusion, volume diffusion and grain boundary diffusion) played a relative important role. The effects of fiber volume fraction and the arrangement of the matrix-coated fibers were also analyzed. Different dense composites were fabricated according to the predicted processing parameters, and good agreement between experimental results and predictions from the model was achieved.

MM 25.2 Sa 15:00 TU H2038

**Thermomechanische Eigenschaften interpenetrierender Graphit / Aluminium-Verbundwerkstoffe** — ●THOMAS ETTER und PETER J. UGGOWITZER — Laboratorium für Metallphysik und Technologie, ETH Zürich, CH-8093 Zürich, Schweiz

Durch die Infiltration von isotropen mikroporösen Graphitvorformen (15 Vol.% Porosität) mit AlSi-Legierungen wurden Graphit/Aluminium-Verbundwerkstoffe mit einem Durchdringungsgefüge hergestellt. In diesem interpenetrierenden Mehrphasenwerkstoff bildet jede Phase ein dreidimensionales Netzwerk aus, das zur makroskopischen Werkstoffeigenschaft des Verbundwerkstoffes beiträgt. Leichtmetallinfiltrierte Graphite könnten in Zukunft herkömmliche Al-Legierungen als Kolbenwerkstoffe in Verbrennungsmotoren konkurrieren. Durch die Leichtmetallinfiltration kann die 4-Punkt-Biegebruchfestigkeit von 60 MPa auf 120 MPa verdoppelt werden. Diese Festigkeitserhöhung ist hauptsächlich auf eine Erhöhung der Bruchzähigkeit durch plastische Verformung des duktilen Aluminiums zurückzuführen. Mit diesem Ansatz kann auch erklärt werden, wieso diese C/Al-Verbundwerkstoffe bei 300°C keinen Festigkeitsabfall gegenüber Raumtemperatur zeigen. Um die Anfälligkeit der Verbundwerkstoffe auf thermische Wechsellasten zu untersuchen, wurden die mechanischen Eigenschaften sowohl direkt nach der Herstellung als auch nach 1000 thermischen Zyklen (zwischen Raumtemperatur und 300°C) bestimmt. Je nach Legierungszusammensetzung können Ausscheidungs Vorgänge in der Metallphase zu einer leicht verringerten Bruchzähigkeit bzw. Festigkeit nach dem thermischen Zyklieren führen.

MM 25.3 Sa 15:15 TU H2038

**Assembly and properties of single- and multilayer topologically interlocked structures made from cubic elements** — ●STEPHAN SCHAARE<sup>1</sup>, JURI ESTRIN<sup>1</sup>, ARCADY DYSKIN<sup>2</sup>, ELENA PASTERNAK<sup>2</sup>, and HAN CHUAN KHOR<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik, TU Clausthal, Agricolastr. 6, 38678 Clausthal-Zellerfeld — <sup>2</sup>School of Civil and Resource Engineering, The University of Western Australia, 35 Stirling Highway, Crawley, WA 6009, Australia

Topological interlocking is a novel concept for designing materials, in which elements of certain geometries are assembled in a special way to support each other and form an integral structure without the need for connectors or a binder phase. Geometric bodies which allow such an assembly into topologically interlocked structures are the five platonic bodies. We present assemblies of single- and multilayer structures of cube shaped elements along with the results of mechanical tests done on these structures, *viz.* quasistatic point loading and impact loading tests. Different kinds of materials and surface treatments were used for the cube elements. The results show that the properties of the structures strongly depend on the material and the surface condition of the individual elements, as well as on the lateral loading of the structure. The impact tests reveal enhanced energy absorption by the topologically interlocked structures. Also an unusual mechanical response in point loading tests was observed, in which the structures show a negative stiffness. These properties underpin both practical applications and theoretical signifi-

cance of these novel structures.

MM 25.4 Sa 15:30 TU H2038

**μSPD: A novel method for manufacturing of UFG wires and fibres** — ●AIKATERINI ZI<sup>1</sup>, RALPH JÖRG HELLMIG<sup>1</sup>, MICHAEL KAZAKEVICH<sup>2</sup>, EUGEN RABKIN<sup>2</sup>, and JURI ESTRIN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik, TU Clausthal, Agricolastr. 6, 38678 Clausthal-Zellerfeld — <sup>2</sup>Department of Materials Engineering, Technion, Haifa, Israel

Equal channel angular pressing (ECAP) is a well established technique for the production of ultrafine grained materials by severe plastic deformation. We propose a microscale analogue of ECAP. By using sub-millimeter sized channels in a process that is based both on the forcefill technology and severe plastic deformation concept, fibres or wires with ultrafine grain size could be manufactured. In these experiments porous filters with micrometer or submicrometer scale open porosity were used for the pressing of aluminium. First results demonstrate the viability of this approach, to which we refer to as μSPD. The technique can also be used for solid state infiltration of porous ceramic or metallic performs leading to fine grain size composites.

MM 25.5 Sa 15:45 TU H2038

**Semi-Solid-Processing von X210CrW12 Werkzeugstahl: Simulation und Charakterisierung** — ●DIRK I. UHLENHAUT, JÜRGEN KRAEDOLFER, JÖRG F. LÖFFLER und PETER J. UGGOWITZER — Laboratory of Metal Physics and Technology, ETH Zürich, Schweiz

Die Verarbeitung von Leichtmetalllegierungen im halbflüssigen Zustand erfreut sich zunehmender Bedeutung in Forschung und industrieller Anwendung. In der vorliegenden Arbeit wurde eine Werkzeugstahllegierung auf ihre Gefügeausbildung nach einer thermischen Behandlung im Erstarrungsintervall untersucht. Thermocalc-Simulationen wurden mittels optischer Mikroskopie, SEM und EDX verifiziert und die Eigenschaften der einzelnen Phasen im abgeschreckten Zustand sowie nach unterschiedlichen Wärmebehandlungen quantifiziert. Die Ausbildung und Stabilität der primären Austenit-Phase wurde simuliert und experimentell untersucht. Mikro- und Makrohärten, Verschleißwerte und Kerbschlagbiegeversuche nach verschiedenen Wärmebehandlungen bestätigten die Wettbewerbsfähigkeit des neuen Prozesses mit herkömmlicher Werkzeugstahlverarbeitung.

MM 25.6 Sa 16:00 TU H2038

**Investigations on the rheological behaviour of semi-solid metallic alloys processed during Thixoforming** — ●LARS PAPE, MICHAEL MODIGELL und MARKUS HUFSCHEIDT — Institut für Verfahrenstechnik der RWTH Aachen, Turmstr. 46, 52056 Aachen

Thixoforming is a shaping process situated between the conventional processes of casting and forging. The metallic alloy is processed as a metallic suspension (globular grains suspended in a liquid matrix), which is characterised by a complex flow behaviour.

This feature is analysed experimentally for Sn15Pb and A356 by performing specific rheological experiments in a Couette rheometer. The metallic suspensions show shear-thinning and time-dependent flow properties and exhibit a yield stress. The isostructural flow behaviour immediately after a change in shear rate indicates shear-thickening attributes. The flow behaviour is strongly influenced by the solid fraction, the particle shape and size and the degree of agglomeration of solid particles.

Based on the experimental results a mathematical model to describe the flow behaviour has been developed to use for numerical simulation of die filling processes. The modelling approach is based on a Herschel-Bulkeley law to describe the shear-thinning properties and is extended by a structural parameter  $k$  to additionally consider the time-dependent properties of the material. After a change in shear rate, the structural parameter proceeds towards its equilibrium value corresponding to the actual shear rate. This transient variation is modelled by a first order rate equation where the rate constant changes whether a build-up or a destruction of the structure occurs.

MM 25.7 Sa 16:15 TU H2038

**Oberflächenspannungen moderner Stahllegierungen** — •FRANK SCHMIDT-HOHAGEN, JÜRGEN BRILLO und IVAN EGRY — DLR - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt / Institut für Raumsimulation / D-51170 Köln / Germany

Moderne Stahllegierungen sind in der Regel Mehrkomponentensysteme mit hochreaktiven, leicht flüchtigen Komponenten. Demzufolge erfordert deren Untersuchung in der flüssigen Phase extrem reine Prozessbedingungen. Diesem Umstand wurde bei der Konstruktion der verwendeten Elektromagnetischen Levitations-Anlage Rechnung getragen. Die Messung der Oberflächenspannungen erfolgte mit Hilfe der oscillating-drop-technique: bei dieser Methode werden Oberflächenschwingungen einer flüssigen, levitierten Metallprobe um ihre Gleichgewichtslage angeregt und kontaktlos mittels Hochgeschwindigkeitskamera detektiert. Die mit Hilfe von Fast-Fourier-Transformation (FFT) erzeugten Spektren liefern die Frequenzen der Oberflächenschwingungen und schließlich die Oberflächenspannung. Mit Hilfe dieser Methode wurden die Oberflächenspannungen industrieller Stahllegierungen im Rahmen des ESA Thermolab Projekts bestimmt. Diese Resultate werden vorgestellt und durch Vergleich mit Werten von reinem Eisen sowie binären und ternären Fe-Legierungen diskutiert.