

Temperaturgesteuerte Elektronenstrahl-Kurzzeit-Wärmebehandlung zur Erzeugung feinkörniger Gefüge in kaltverformten TRIP-Stählen

Temperature-controlled short-time annealing by means of electron beam for the production of fine grained microstructures in cold formed TRIP steels

Steigende Materialkosten und zunehmend komplexe Bauteilgeometrien erfordern optimale lokale Eigenschaftsgradienten in hoch beanspruchten Bauteilen. Diese Gradienten lassen sich in kaltverformten Materialien z. B. durch lokale Rekristallisation erzeugen. Zur exakten Einstellung der mechanischen Eigenschaften ist eine präzise Regelung des lokalen Wärmeeintrags zwingend erforderlich. Der Elektronenstrahl ist durch seine hohe Leistungsdichte, die nahezu trägheitslose, frei programmierbare Ablenkung und die effiziente Energieeinkopplung vielseitig für derartige Kurzzeit-Wärmebehandlungsprozesse nutzbar. Gleichzeitig kann durch eine temperaturgesteuerte Leistungsregelung das lokale Wärmebehandlungsregime exakt vorgegeben werden. Die zahlreichen Freiheitsgrade bei der Programmierung geeigneter Energieübertragungsfelder stellen hohe Anforderungen an die Ablenktechnik. Im vorliegenden Beitrag wird am Beispiel eines hochlegierten TRIP-Stahls gezeigt, wie eine softwareseitige Optimierung des Prozesses erfolgen kann, um einen möglichst gleichmäßigen Energieeintrag zu gewährleisten. Mithilfe einer temperaturgesteuerten Leistungsregelung werden unterschiedliche Temperatur-Zeit-Systeme auf das kaltverformte Material übertragen, um eine möglichst kleine und homogene Korngröße zu erzeugen. Ausgewählte, optimierte Versuchsvarianten wurden mittels Lichtmikroskopie und EBSD untersucht und die resultierenden Korngrößen bestimmt. Es wird dargelegt, wie die Leistungsregelung zur Erzeugung optimaler Gefügestände genutzt werden kann, welche Vorteile gegenüber unregulierten Prozessen bestehen und welche mechanischen Eigenschaften einstellbar sind.

Increasing material costs and increasingly complex component geometries require optimum local property gradients in highly stressed components. These gradients can be generated in cold-formed materials by, e. g., local recrystallization. Precise control of the local heat input is essential for accurate adjustment of the mechanical properties. Due to its high power density, its virtually inertia-free and readily programmable deflection and its efficient energy coupling, the electron beam is ideal for such short-term heat-treatment processes. At the same time, the local heat-treatment regime can be precisely set by temperature-controlled power regulation. The numerous degrees of freedom in programming suitable energy-transfer fields place high demands on the deflection technology. In this contribution, a high-alloy TRIP steel is used as an example to show how the process can software based be optimized to guarantee the most uniform energy input possible. With the help of temperature-controlled power regulation, different T-t regimes are applied to the cold-formed material in order to produce the smallest and most homogeneous grain size possible. Selected, optimized test variants were examined with the aid of light microscopy and EBSD to determine the resulting grain sizes. It is explained how power regulation can be used to generate optimal microstructural states, which advantages exist compared to non-power-regulated processes, and which mechanical properties can be established.



Vortragender / Speaker

Lars Halbauer

Institut für Werkstofftechnik, Technische Universität Bergakademie Freiberg

Anja Buchwalder, Lu Peng Zhao, Horst Biermann, Rolf Zenker, Institut für Werkstofftechnik, Technische Universität Bergakademie Freiberg

