

Interne Kühlung: Funktionsbild des Schmiedegesenks, ausgelegt als hybrides Werkzeug und in Stellite gedruckt © IFUM

METALLPULVER

Hybride Schmiedegesenke

In einem Forschungsprojekt zur Entwicklung additiv gefertigter, innengekühlter Schmiedegesenke konnte Stellitepulver für den 3D-Druck qualifiziert werden. Dieses überzeugt durch exzellente Eigenschaften für das Warm- und Halbwarmschmieden von Stahlteilen.

Als Stellite bezeichnet man Kobalt-Chrom-Hartlegierungen (CoCr), die sich als Kobaltbasislegierung durch eine exzellente Warmfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit in Kombination mit hoher Verschleißbeständigkeit auch bei Hochtemperaturanwendungen auszeichnen. Mit diesen Eigenschaften bietet das Material einen großen Mehrwert gegenüber aktuell druckbaren Legierungen.

Dabei besitzt Stellite einen relativ hohen Kohlenstoffanteil, der dazu führt, dass bis zu 50 Prozent des Volumens aus Karbiden besteht. Diese Karbidausscheidungen im Gefüge sind die Ursache für die höhere Warmfestigkeit im Vergleich zu herkömmlichen Gesenkwerkstoffen, wie etwa 32CrMoV12–28. Ein hohes Potenzial für eine Anwendung des Stellites als Schmiedegesenk zeichnet sich ab.

Konturnahe Kühlkanäle statt Oberflächensprühkühlung

Während des Schmiedeprozesses sind die Gesenke Temperaturen von bis zu 1250 °C ausgesetzt. Zur Reduzierung des

Werkzeugverschleißes müssen die Temperaturspitzen, insbesondere an der unmittelbar mit dem Werkstück in Kontakt tretenden Oberfläche, abgesenkt werden. In der Schmiedeindustrie wird hierzu eine Oberflächensprühkühlung genutzt. Dazu wird zwischen zwei Schmiedezyklen Kühlmittel (meist wasserbasiert) von außen auf die erhitzten Werkzeuge aufgesprüht. Das Auftreffen des Kühlmittels auf das heiße Werkzeug führt zu einer schlagartigen Abkühlung. Durch thermische Ausdehnungsprozesse induziert der entstehende Thermochock Spannungen, denen eine Gefügeverzerrung der Gesenkeoberfläche folgt. Eine konturnahe Kühlung könnte dies vermindern, indem die Oberflächentemperatur konstant niedriger gehalten wird.

Mit herkömmlichen Fertigungsverfahren lässt sich eine konturnahe Innenkühlung der Gesenke jedoch nicht realisieren. Das LPBF-Verfahren (Laser Powder Bed Fusion; auch SLM, Selective Laser Melting) bietet als additives Herstellungsverfahren die geometrischen Freiheiten, die es ermöglichen, das Gesenk

mit einer innen liegenden, konturnahen und bedarfsgerechten Kühlung auszustatten. In hoch produktiven Schmieden finden innerhalb einer Schicht u. U. mehrere Werkzeugwechsel statt. Eine konturnahe Kühlung soll zu einer höheren Verschleißbeständigkeit der Werkzeuge führen, wodurch längere Standzeiten erreicht werden. Die dadurch eingesparte Rüstzeit gestaltet den Schmiedeprozess effizienter. Durch den Gewinn an Produk-



Gleichmäßig: Das 3D-gedruckte Celsit 21, geätzt mit erkennbaren Schweißspuren, weist einen gleichmäßigen, homogenen Gefügeaufbau auf © FGW



Widerstandsfähig: Der gedruckte Stelitkörper als Teil des hybriden Schmiedewerkzeugs © FGW

tivität können die höheren Herstellkosten mithilfe der 3D-Drucktechnologie kompensiert werden. Außerdem wird in der Auslegung der Gesenke darauf geachtet, den Nutzen der additiven Herstellung für die Anwendung zu maximieren. Aus diesem Grund wird innerhalb des Forschungsvorhabens das Gesenke als hybrides Werkzeug aufgebaut.

Verbesserung der Standzeit und der Qualität

Neben der Standzeiterhöhung bringt die additive Fertigung der Gesenke weitere Vorteile mit sich. Beispielsweise können durch die bedarfsgerechtere Kühlung engere Maßtoleranzen eingehalten und somit die Genauigkeit der geschmiedeten Bauteile erhöht werden. Dies führt zu einer Qualitätssteigerung im Schmiedeprozess. Außerdem ist durch die geometrische Freiheit in der Konstruktion ein weiteres Anwendungsgebiet der Werkzeuge vorstellbar.

Doch bevor der 3D-Druck eines ausgewählten Metalls genutzt werden kann, muss der Werkstoff durch zahlreiche Versuchsreihen für den Prozess qualifiziert werden. Hierzu werden zunächst Würfel mit verschiedener Energiedichte gedruckt. Als Energiedichte bezeichnet man die Energie, die durch den Laserstrahl zur Aufschmelzung des Werkstoffs pro Volumeneinheit auf das Pulverbett in der Prozesskammer einwirkt. Sie setzt sich aus der Laserenergie, der Scangeschwindigkeit, dem Spurabstand des Lasers und der Pulverschichtdicke zusammen. Bei nicht gut aufeinander abgestimmten Parametern besteht ein hohes Risiko an Bindungsfehlern. Neben der Energiedichte müssen weitere Parameter, wie die Anordnung der Bauteile auf der Bauplattform, der Sauerstoffgehalt oder die Temperatur im Prozess berücksichtigt werden. Selbst innerhalb eines

stabilen Prozessfensters können kleinste Schwankungen, wie beispielsweise die Verwirbelung in der Schutzgasführung oder die Verschmutzung des Laserschutzglases, zu einer massiven negativen Beeinflussung des Druckergebnisses führen. Bei der Vielzahl an Einflussgrößen wird schnell deutlich, dass der Metalldruck deutlich komplexer ist als beispielsweise der Druck von Kunststoffen.

Den Wissenschaftlern der Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e. V. (FGW) in Remscheid ist es in einer ersten Studie gelungen, rissarme Proben aus Stelit mit einer Härte von bis zu 45 HRC und einer Dichte von über 99,8 Prozent aufzubauen. Ausgewählt wurde die Stelitsorte Celsit 21 der Deutschen Edelstahlwerke GmbH & Co. KG. Die Versuche wurden mit einem Creator der Firma O.R. Lasertechnologie GmbH unter Argonschutzgasatmosphäre durchgeführt.

Zur Untersuchung der Eigenschaften im Schmiedeprozess ist bereits ein erster Stelitkörper als Gesenkoberfläche mit integrierter Kühlung hergestellt worden. Zurzeit wird an der Qualifizierung von Celsit F im LPBF-Prozess gearbeitet. Diese Legierung weist eine höhere Härte als das Celsit 21 auf. Durch die Entwicklung des LPBF-Prozesses zur Verarbeitung von Stelit erhoffen sich die Forscher, hochbelastbare Materialien für die breite Anwendung an Werkzeugen oder zur Panzerung im Hochtemperaturbereich für den 3D-Druck nutzbar machen zu können. ■

Das IGF-Vorhaben 20773 N der Forschungsvereinigung Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW), 42859 Remscheid, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Info

Forschungseinrichtungen

Institut für Werkzeugforschung und Werkstoffe (IFW) der FGW und Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover www.fgw.de

HANSER

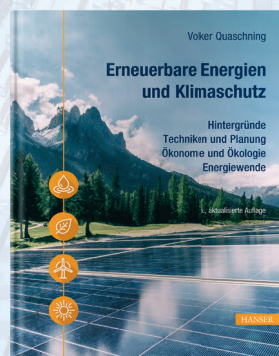
Klimaschutz durch erneuerbare Energien



ISBN 978-3-446-46460-5 | € 39,99



ISBN 978-3-446-46650-0 | € 49,99



ISBN 978-3-446-46293-9 | € 29,99

Bestellen Sie jetzt unter www.hanser-fachbuch.de