

› Additive Fertigung im Formenbau

Komponenten aus Hovadur-Kupferlegierungen

Die Forderung des globalisierten Marktes insbesondere für alle in Hochlohnländern produzierenden Unternehmen und Formenbauer ist so einfach wie gnadenlos: beste Spritzteilqualität bei gleichzeitig kürzester Zykluszeit. Zudem sollen alle Komponenten kavitätsseitig wie auch auf der «heissen Seite» über die gesamte Lebensdauer des Spritzgiesswerkzeuges möglichst unbeanstandet funktionieren – und das bei einem ständig wachsenden Kostendruck.

› Jürgen Barz¹

Um die thermischen Anforderungen zu erfüllen ist eine hohe Wärmeleitfähigkeit des gewählten Werkstoffes eine wichtige Voraussetzung. Diese Voraussetzung erfüllen die hochwertigen Hovadur-Kupferlegierungen der Schmelzmetall AG.

Das Unternehmen wurde im Jahre 1959 im kleinsten Kanton der Schweiz, im Kanton Uri in Gurnellen, gegründet. Von Beginn an lag der Fokus auf der Entwicklung von Kupferlegierungen mit den für diese Legierungen bestmöglichen Eigenschaften. Die von der Schmelzmetall AG hergestellten Hovadur-Legierungen werden in einer Einheit im Vakuum erschmolzen und vergossen. Dadurch wird die Kontamination mit Sauerstoff und Wasserstoff, die als die Hauptursache für die Sprödigkeit derartiger Legierungen anzusehen ist, verhindert. Als Ausgangswerkstoffe werden nur reinste Elemente, wie Nickel, Chrom oder Kobalt und Masterlegierungen eingesetzt. Am deutschen Standort, der Schmelzmetall Deutschland GmbH, wurde zudem ein CNC-Bearbeitungszentrum aufgebaut, um flexibel und schnell Kundenwünschen und Anforderungen gerecht zu werden.

Um zu verstehen, warum die Wärmeleitfähigkeit eine entscheidende Rolle spielt bedienen wir uns der folgenden Gleichung

$$Q = \Delta T * \lambda * A/s$$

Q ist dabei die transportierte Wärmemenge. Wirklich beeinflussbar sind dabei

¹ Dipl.-Ing. Jürgen Barz, Leiter Produkt Management, Schmelzmetall Deutschland GmbH, Steinfeld-Hausen (D)
juergen.barz@schmelzmetall.com



Bilder: Schmelzmetall

Bild 1: mittels LMD optimierte Maschinendüse.

nur die Wärmeleitfähigkeit (λ) des an der Wärmeleitung beteiligten Werkstoffes sowie der Weg s zum Kühlkanal. Beide Möglichkeiten bietet Schmelzmetall heute in Verbindung mit ihren Legierungen.

Als innovatives Unternehmen ist dieses bestrebt, die Möglichkeiten der Kupferlegierungen stets weiter zu entwickeln. So ist und war das Unternehmen in diversen geförderten Entwicklungsprojekten aktiv. Im Rahmen dieser Projekte wurden über einen mehrjährigen Zeitraum sowohl das Laserstrahl-Auftragsschweissen (LMD-Laser Metal Deposition) wie auch das Laser-Generieren (SLM – Selective Laser Melting) entwickelt.

Im Rahmen des in Deutschland bekannten «Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)» des BMWi wurden unter dem Arbeitstitel: Innovative Maschinen-

komponenten aus Kupferwerkstoffen mit lokalem Verschleisschutz durch Laserstrahl-Auftragsschweissen für das Spritzgiessen von Kunststoffen mehrere Komponenten beleuchtet, wie etwa:

- Maschinendüse
- Anguss-Düse
- Anguss-Spitze

Maschinendüse

Die Maschinendüse, als das Bindeglied zwischen Extruder und Spritzgiesswerkzeug, hat ganz besondere Anforderungen zu erfüllen. So muss der Kunststoff über die Maschinendüse möglichst ohne Temperaturverlust in das Spritzgiesswerkzeug transportiert werden. Bei verlängerten Maschinendüsen aus Stahl ist daher eine externe Beheizung unumgänglich. Müss-

sen diese tief ins Werkzeug eintauchen ist zudem kein Platz für eine externe Beheizung gegeben. Maschinendüsen, die nur aus einer Kupferlegierung gefertigt werden, zeigen sehr schnell einen nicht akzeptablen Verschleiss – Rissbildung – an der Düsen Spitze. Mit jedem Schuss werden diese ja an das Spritzgiesswerkzeug angeschlagen. Aufgrund des Unterschieds im thermischen Ausdehnungskoeffizienten ergeben sich Probleme am Gewinde, mit dem die Düse in den Extruder eingeschraubt ist.

Die hier beschriebenen Maschinendüsen (Bild 1) werden daher so ausgeführt, dass der Düsenkörper aus einer Kupfer-



Bild 2: Anguss-Düse Hovadur K265 plus Stellite 21.

legierung besteht, die Düsen Spitze meist aus einer sehr verschleiss- und korrosionsbeständigen Kobaltbasislegierung und das Gewinde verschleissgeschützt in Stahl ausgeführt ist. So läuft bei der in den Extruder eingeschraubten Maschinendüse das Gewinde Stahl in Stahl. Der Materialauftrag erfolgt dabei mittels Laserstrahlaufragsschweissen.

Anguss-Düse

Die Anguss-Düse als eine Komponente im Heisskanalsystem, bei der der Hauptverschleissbereich der vordere kavitätsnahe Bereich ist, muss in diesem besonders verschleissgeschützt ausgeführt sein. Mittels Laserstrahlaufragsschweissen sollte ein frei von Rissen oder Lunken geeigneter Verschleisschutz realisiert werden, der die einwandfreie Funktion im Praxiseinsatz sicherstellt. Werden diese Bauteile doch mit Einspritzdrücken von 2000 bar und höher belastet. Im Weiteren muss ein zu hoher Wärmeeintrag in

die Kavität meist vermieden werden. Bild 2 zeigt eine Anguss-Düse die so ausgeführt wurde.

Der vordere Bereich der in Bild 2 dargestellten Anguss-Düse wurde mittels Stellite 21 ausgeführt. Wird dieser Bereich zu grosszügig gewählt kann es dazu führen, dass dem Kunststoff zu viel Wärme entzogen wird und es zu Vorerstarrung oder Kristallisation kommt.

Daher wurde im Rahmen des Projektes in einem weiteren Entwicklungsschritt mit den Experten am Fraunhofer Institut für Lasertechnik FhG-ILT in Aachen eine alternative Lösung erarbeitet. So gelang es in einer Matrix aus eine Hovadur-Legierung einen hohen Anteil an TiC einzubringen. Das Titancarbid übernimmt so die Aufgabe des Verschleisschutzes.

Anguss-Spitze

Bild 3 zeigt die Positionierung der Anguss-Spitze als Komponente im Heisskanalsystem am Beispiel eines Spritz-



Connecting Global Competence

LIGHT APPLIED

BESSERE
QUALITÄTS-
KONTROLLE ODER
GRÖßERER
KUNDENDIENST?

Die
effizientesten
Imaging-
Lösungen
finden Sie bei
uns.



22.–25. JUNI 2015, MESSE MÜNCHEN

22. Weltleitmesse und Kongress für Komponenten, Systeme und Anwendungen der Optischen Technologien

www.world-of-photonics.com

LASER World of **PHOTONICS**

Kontakt: BTO Solutions Schürch, Tel. +41 44 350 36 02, info@bto-solutions.ch

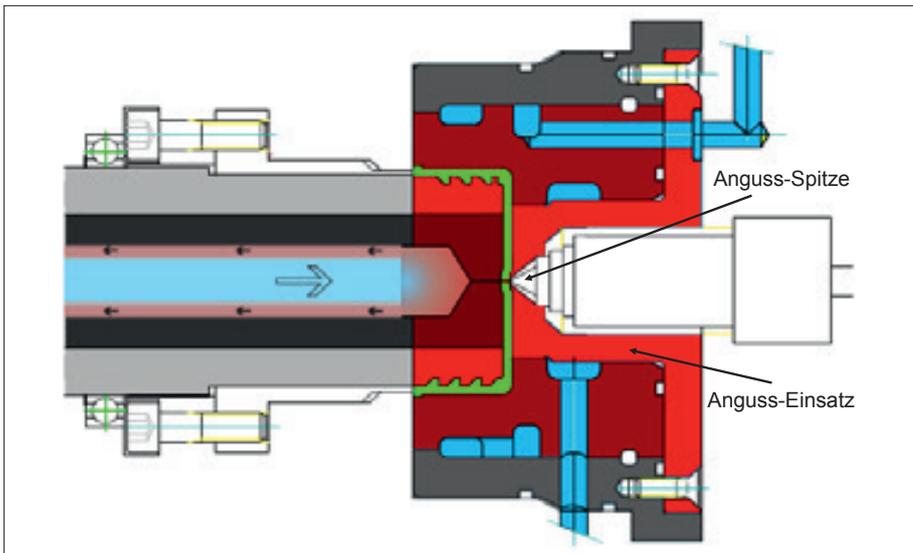


Bild 3: Schematische Darstellung der Positionierung der Anguss-Spitze.

giesswerkzeuges für Verschlüsse. Die Spitze dieses Bauteils dichtet in dem Angusseinsatz und ist während des Einspritzvorganges aufgrund der hohen Einspritzdrücke besonders hoch belastet.

Konturnahe Temperierung

Das direkte Laserformen, auch als Laser-cusing oder Selective Laser Melting (SLM) bekannt, ist ein Pulverbett basiertes generatives Fertigungsverfahren. Bei diesem werden Bauteile in Schichten von ca. 50 µm erstellt.

In einem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Vorhaben 16IN0587; «InnoSurface», unter dem Arbeitstitel «Entwicklung von innovativen Werkzeugen auf der Basis oberflächenfunktionalisierter generativ gefertigter Formeneinsätze» wurde der SLM Prozess auch für eine Hovadur-Legierung entwickelt.

Dies versetzt Schmelzmetall in die Lage, die hohe Wärmeleitfähigkeit mit konturnaher Kühlung zu koppeln und so die kürzest mögliche Zykluszeit zu realisieren. Die Arbeiten im Projekt wurden an einem



Bild 4: Formkern und Angusseinsatz in Hybridbauweise.

am Süddeutschen Kunststoffzentrum vorhandenen Vierfach-Werkzeug, ein Tee-lichtbecher-Werkzeug, in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Lasertechnik in Aachen ausgeführt.

In Abhängigkeit der Laserleistung ist es gelungen, Dichten von über 99,5% gesichert zu realisieren.

Mit der entsprechend angepassten Wärmebehandlung lassen sich gesichert Eigenschaften in generativ gefertigten Bauteilen erzielen, die denen der oberen Datenblatt-Werte für Hovadur K220 entsprechen.

Vergleichende Untersuchungen zur Zykluszeit an dem oben erwähnten Teelichtbecher-Werkzeug haben gezeigt, dass eine weitere Reduzierung der Zykluszeit um bis zu 10% möglich ist. Quelle: Abschlussbericht InnoSurface – Projekt 16IN0587.

Anguss-Einsatz und Formkern

Nun wäre es vermessen zu behaupten, dass in jedem Falle und für alle Bauteile die generativen Verfahren vollumfänglich auch wirtschaftlich sind.

Von daher war es das Bestreben der Schmelzmetall und auch die Forderung des Marktes, Bauteile auf hybride Weise herstellen zu können. Hierbei sollte der konventionell einfach zu fertigende Teil des Bauteils auch auf konventionelle und somit wirtschaftlich günstige Weise erstellt werden und nur der Bereich, der sehr komplex und/oder mit konturnaher Kühlung ausgeführt sein muss, auf generativem Wege gefertigt werden. Wesentlich dabei ist es darauf zu achten, dass die erste generative Lage riss- und lunkerfrei mit dem konventionell gefertigten Part angebunden ist.

Auf diese Weise wurden Bauteile wie ein Formkern und der Anguss-Einsatz (siehe Bild 3) erstellt. Diese hybride Bauweise ist jedoch nicht nur für artgleiche Werkstoffe möglich sondern, wie am Beispiel Anguss-Einsatz zu sehen, auch für die Kombination mit Stahl möglich. Bei der Auswahl des Stahls ist darauf zu achten, dass die Wärmebehandlungsparameter auf die Hovadur-Legierung abgestimmt sein müssen. In Bild 4 sind diese Bauteile zu sehen.

Kontakt

Schmelzmetall AG
 Fabrikstrasse
 CH-6482 Gurtellen (UR)
 Telefon +41 (0)41 886 80 40
 www.schmelzmetall.com



**Rohstoffland Schweiz
 InnoRecycling fördert Ressourcen**



InnoRecycling AG Rohstoffe aus Abfällen
 Hörnlistrasse 1, CH-8360 Eschlikon, Telefon +41 71 973 70 80, info@innorecycling.ch