

Funktionsintegration: 3D-Druck eines Metall-Spritzgieß-Werkzeuges (MIM) mit konturnaher Kühlung

Reduzierung der technischen Bauzeit eines MIM-Werkzeuges von 8 Wochen auf rund 5 Tage

Der Lehrstuhl für Mikrofluidik der Universität Rostock bearbeitet zusammen mit der Stenzel MIM Technik GmbH (Tiefenbronn bei Pforzheim) ein Projekt zum Druck eines 3D-MIM-Spritzgießwerkzeuges (Metallspritzgießen). Grundlage der Entwicklung ist der Einsatz der CEM-Technologie von AIM3D mit einer ExAM 255-Anlage. Die ExAM 255-Anlage vereint hohe Präzision der 3D-Bauteile mit hohen Aufbaugeschwindigkeiten für das Additive Manufacturing. Die Bereitstellung eines MIM-Werkzeuges durch ein AM-Verfahren verkürzt gegenüber einem konventionellen Ansatz in der Zerspanung den Zeitaufwand von rund 8 Wochen auf ca. 5 Tage.



Multimaterial-3D-Drucker ExAM 255

Im Rahmen eines durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Projektes, ist das 3D-MIM-Werkzeug eine Kooperationsentwicklung des Lehrstuhls für Mikrofluidik (LFM) der Universität Rostock mit der Stenzel MIM Technik GmbH.

Die Projektlaufzeit dauert von April 2021 bis Oktober 2023. Verfahrens- und anwendungstechnische Grundlage ist der Einsatz der CEM-Technologie von AIM3D, umgesetzt auf einer ExAM 255-Anlage. Das Projekt stellt den aktuellen Stand der Technik im 3D-Metalldruck dar.

3D-Werkzeug mit konturnaher Kühlung für das Spritzgießen von Metallen (MIM)

Die Aufgabenstellung des Projektes der Universität Rostock mit der Stenzel MIM Technik war der 3D-Druck eines Werkzeuges für das Metallspritzgießen mit konturnaher Kühlung. Im 3D-Druck kann die konturnahe Kühlung mit Wendelkanälen als sogenannte Funktionsintegration direkt im Werkzeug abgebildet

Prozesskette zur Herstellung eines MIM-Werkzeuges



werden. Also nicht, wie bei größeren Werkzeugen, die als Inlets eingebettet werden. Ziel jeder konturnahen Kühlung von Spritzgießwerkzeugen von Metallen oder Polymeren ist es, die Zykluszeit deutlich zu reduzieren. Das Prinzip einer konturnahen Kühlung beruht darauf, durch konturnahe Kühlkanäle mit niedrigen Querschnitten Kühlmittel-Fluids zu führen. Sie kühlen das Bauteil bereits während des Zyklus. Im Resultat ergibt sich eine schnellere Entformung, die den Zyklus entscheidend verkürzt. Die komplexe Geometrie der Kühlkanäle in Wendeltechnik entsteht mit Hilfe von CAD-Technik unter Einsatz von Simulationsmodellen, die sich an den „Bedürfnissen“ des Bauteils orientieren. Langjährige Erfahrungswerte liegen bei ca. 20 % Zykluszeitverkürzung, allerdings in Abhängigkeit von Wandstärken und Größe. Der 3D-Druck bietet als integrierte Bauteillösung den Vorzug einer „One-Shot-Technik“ als Funktionsintegration gegenüber formgebundenen Verfahren. Das Anwendungsbeispiel ist daher eine Möglichkeit die „Time-to-Market“-Zeit drastisch zu reduzieren. Ziel des Kooperationsprojektes ist es, eine neue Prozesskette zur kostengünstigen und schnellen Fertigung von MIM-Spritzgießwerkzeugen zu entwickeln. Bisher werden Zeiträume von bis zu acht Wochen benötigt, um ein konventionelles MIM-Spritzgießwerkzeug zu fertigen. Durch den 3D-Metalldruck kann die Bereitstellungszeit eines MIM-Werkzeuges auf etwa fünf Tage reduziert werden.

Details der Werkzeugentwicklung an der Universität Rostock

Im Rahmen der Kooperation wurde zunächst ein optimiertes 3D-Modell des Werkzeuges mit Hilfe von CAD- und Simulations-Tools entwickelt. Diese Daten wurden dann auf die CEM-Anlage ExAM 255 mit den notwendigen Prozessparametern übertragen. Im 3D-Druck entsteht ein sogenanntes „Green Part“ auf dem 3D-Drucker. Nach dem 3D-Druck wird, in einem mehrstufigen Verfah-

ren, das Bauteil gesintert, um die endgültigen Materialeigenschaften zu erzeugen. Mit diesem Verfahren können nach den notwendigen Entbinder- und Sinterprozessen schnell komplexe metallische Bauteile hergestellt werden. Gleichzeitig erlaubt das CEM-Verfahren die Beherrschung des volumetrischen Schrumpfens, der mit dem Sintern verbunden ist. Die Form hat eine Kavität. Das Bauteil besteht aus einem dickwandigen Teil mit dünnen Finnen. Diese Finnen lassen sich ohne konturnahe Kühlung nicht umsetzen, da schlecht entformbar. Die Stenzel MIM Technik erhofft sich speziell für dieses Bauteil eine signifikante Zykluszeiteinsparung von 70-80 %. Spritzgießversuche zur Erprobung stehen aber noch aus.

Werkstoffvielfalt mit dem ExAM 255

Der Multimaterial-3D-Drucker ExAM 255 kann werkstoffübergreifend (Metall, Kunststoff, Keramik) und verfahrensübergreifend (Hybride Bauteile) eingesetzt werden. Gegenüber den Pulverbettverfahren oder auch anderen 3D-Druck-Verfahren, die auf Materialien mit Filamenten zurückgreifen, erreichen die Anlagen des CEM-Verfahrens Zugfestigkeiten, die an das klassische thermoplastische, formgebundene Spritzgießen heranreichen. Augenfällig ist der Preisvorteil mit dem 3D-Druck, wenn handelsübliche Granulate statt Filamente verwandt werden. Beim Einsatz von Granulaten ergeben sich Preisvorteile bis zum Faktor 10 durch das CEM-Verfahren.

Interview Dr. Abdullah Riaz, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Mikrofluidik an der Universität Rostock

Beschreiben Sie bitte kurz die Zielsetzung des Projekts zur additiven Herstellung von MIM-Werkzeugen.

Dr. Abdullah Riaz: Ziel des Kooperationsprojektes ist es, eine

ENGPÄSSE

Fräsen Erodieren
Eifen Erodieren
en Schleifen Frä

HSB NORMALIEN - Ihre verlängert
Werkbank für kundenspezifische
Lösungen im Werkzeugbau und
Fertigung von Sonderteilen aller Art

- ✓ Schnelle Lieferung!
- ✓ Erstklassige Qualität!
- ✓ Konkurrenzfähige Preise!

Jetzt unverbindlich anfragen!

hl Präzisionsfla stahl flachstahl



**Jetzt in neuen Abmessungen,
große Bevorratung, unschlagbar
in Preis und Lieferzeit!**



Besuchen Sie uns!
17. – 21. Oktober 2023
Halle A2 Stand 2310

**Besuchen Sie auch unseren
Online-Shop.**



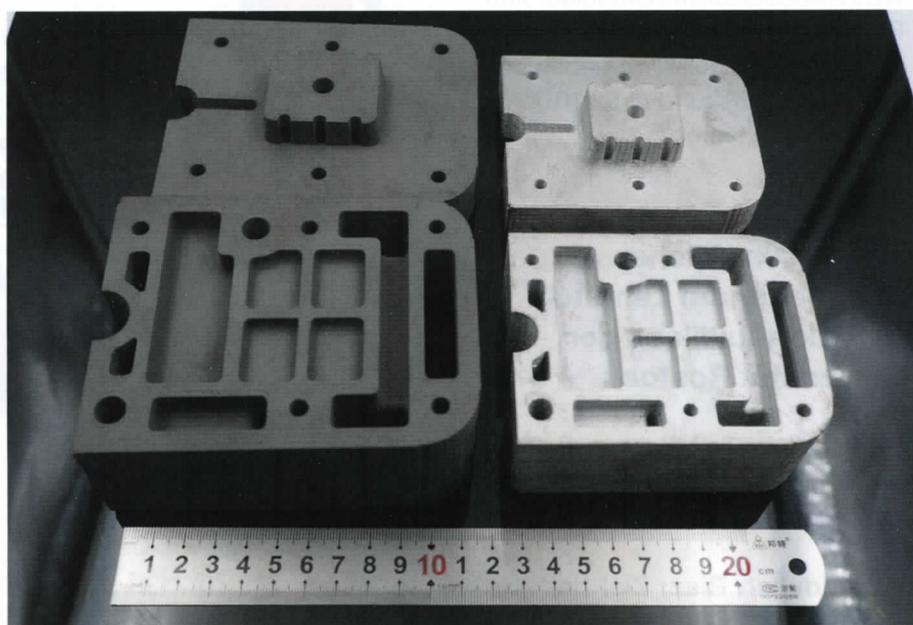
www.hsb-shop.de

HSB Normalien GmbH
Industriestraße 4
74193 Schwaigern, Germany
Tel. +49-(0)7138-812749-0
Fax +49-(0)7138-812749-90
E-mail info@hsb-normalien.de



MIM-Werkzeug hergestellt im CEM-Verfahren

digitale Prozesskette zur kostengünstigen und schnellen Fertigung von Metall-Spritzgießwerkzeugen zu entwickeln. Bisher werden Zeiträume von bis zu acht Wochen benötigt, um ein MIM-Spritzgießwerkzeug zu fertigen. Mit der Entwicklung dieses Projektes soll die Bereitstellungszeit auf etwa fünf Tage reduziert werden.



Projektleiter Dr. Abdullah Riaz vom Lehrstuhl für Mikrofluidik der Universität Rostock (LFM): „Mit dem CEM-Verfahren können sowohl die Material- als auch die Maschinenkosten gesenkt und gleichzeitig die Probleme der additiven Fertigung bezüglich Eigenspannungen und Materialanpassungen an den einzelnen Maschinen umgangen werden. Werkzeuge können auf diese innovative Weise 4- bis 8-mal schneller und gleichzeitig kostengünstiger hergestellt werden.“

Das bedeutet eine drastische Reduzierung der Bereitstellung solcher Werkzeuge. Welchen verfahrenstechnischen Ansatz wählten Sie?

Dr. Abdullah Riaz: Das Composite Extrusion Modelling (CEM) von AIM3D ist ein additives Fertigungsverfahren unter Verwendung von Feedstocks aus Kunststoffbinder und Metallpulver, die aus dem Metallspritzguss (MIM) bekannt sind. Mit diesem Verfahren können nach den notwendigen Entbinder- und Sinterprozessen schnell komplexe metallische Bauteile hergestellt werden.

Welche Potentiale sehen Sie mit diesem Ansatz?

Dr. Abdullah Riaz: Werkzeugformen additiv herzustellen eröffnet eine stark abgekürzte Bereitstellung für die Fertigung. Endkunden können somit schneller bedient werden. Das CEM-Verfahren bildet den aktuellen Stand der 3D-Technik ab. Zur Herstellung von additiv gefertigten 3D-Bauteilen bietet es das Potenzial, durch hohe Aufbauraten Werkzeuge wesentlich schneller herzustellen zu können als im konventionellen Werkzeugbau. Mit dem CEM-Verfahren können sowohl die Material- als auch die Maschinenkosten gesenkt und gleichzeitig die Probleme der additiven Fertigung bezüglich Eigenspannungen und Materialanpassungen an den einzelnen Maschinen umgangen werden. Werkzeuge können auf diese innovative Weise 4- bis 8-mal schneller und gleichzeitig kostengünstiger hergestellt werden.

Welche Erfahrungen konnten Sie im Entwicklungsprojekt sammeln?

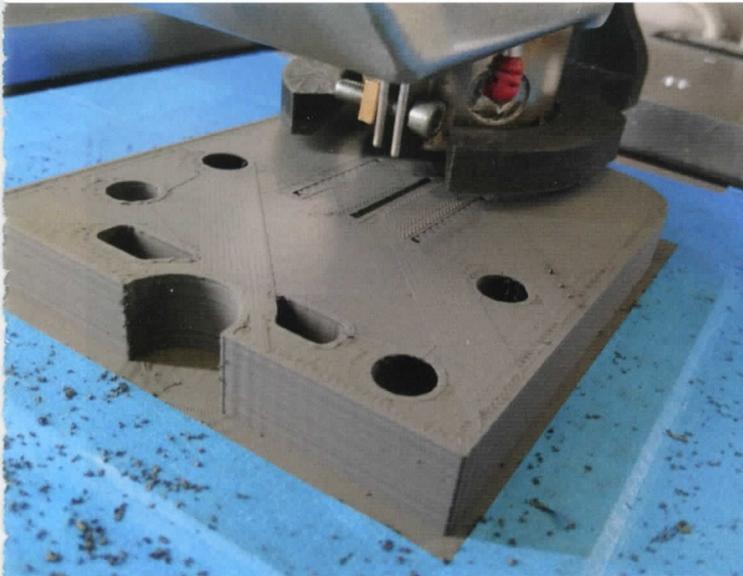
HSC MP9

**BLEIBT COOL, AUCH
WENN'S HEISS HERGEHT**

In der neuen linear angetriebenen HSC MP9 hat exeron seine langjährige Erfahrung konsequent mit Kundenanforderungen vereint. So entstand ein fünffachsiges Hochgeschwindigkeitsfräszentrum, das mit Spindeldrehzahlen von 42.000 U/min und einem Arbeitsbereich von 650 x 625 x 400 Millimeter Werkstücke mit bis zu 250 kg bearbeiten kann – kurz gesagt: Die kleine Große für mehr Produktivität und Präzision www.exeron.de

EXERON HIGH SPEED, HIGH PRECISION, HIGH EFFICIENCY

exeron GmbH · D-78727 Oberndorf



Ein 3D-Werkzeug für das Metallspritzgießen entsteht auf einer ExAM 255 (Bilder: AIM3D GmbH, Rostock)

Dr. Abdullah Riaz: Eine Herausforderung ist es, ein sog. „Grünteil“ des 3D-Metalldrucks im Post-Processing zu sintern, um ein funktionstüchtiges Teil zu erzeugen. Dabei muss man den volumetrischen „Schrumpf“ der Bauteile mit Simulationen vorausberechnen. Entscheidend ist natürlich die Aufbauzeit, also die Zeit, die eine 3D-Druckanlage benötigt, um das „Grünteil“ zu erzeugen. Sie definiert, welche Anlagentechnik wirtschaftlicher eingesetzt werden kann. Entscheidend ist natürlich der qualitative Vergleich mit einem in der Zerspaltung hergestellten, konventionellem Werkzeug. Im 3D-Metalldruck erreichen wir Dichten von über 98 % in engen Toleranzen des Bauteils. Es ergibt sich eine sehr hohe Güte des Werkzeuges. Die Wahl des CEM-Verfahrens mit einer ExAM 255 kann diese Rahmenbedingung auf dem Stand der Technik hinreichend abbilden.

Wird dieser 3D-Ansatz den Werkzeugbau zukünftig verändern?

Dr. Abdullah Riaz: Das hängt natürlich von den Dimensionen eines solchen Werkzeuges ab. Bei kleineren Werkzeugen liegt der Charme in schnellen Aufbauraten. Daraus ergibt sich eine wirtschaftliche Grenze bei größeren Werkzeugen, die sich durch den jeweiligen Stand der Anlagentechnik definiert. Bei wachsenden Aufbauraten ist diese Grenze nach oben verschiebbar. Perspektivisch ist die Funktionsintegration, wie konturnahe Kühlung und die „One-Shot“-Strategie zur Reduzierung von Bauteilen mit einem 3D-Druckverfahren interessant. Dadurch kann unter anderem der Montageaufwand entfallen und die Baugruppe vereinfacht werden.

Wir danken für das Gespräch.