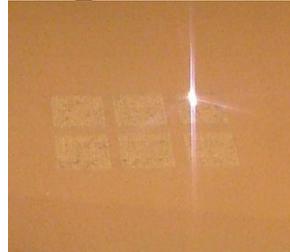


Erste Ergebnisse des Projektes: Produktion von EDM-Elektroden durch Selektives Lasersintern

Siemann, E.



Die Funkenerosion, kurz EDM, ist eine Fertigungstechnik zur Herstellung komplexer Bauteile aus unterschiedlichen Werkstoffen. Hierbei liegt ein Vorteil in der Bearbeitung von Materialien welche auf konventionelle Weise aufwendig zu zerspannen sind. Leider müssen die EDM-Elektroden teils aufwendig erstellt werden. Das SLS (Selektives Lasersintern) könnte eine alternative Technik zur schnellen Fertigung von EDM Elektroden sein. Dieser Artikel stellt die ersten Ergebnisse dieser Thematik dar, die innerhalb des Forschungsprojektes BRAGECRIM erarbeitet wurden.



The EDM is a manufacturing technique for the production of complex parts. An advantage is in the processing of hard. Unfortunately, the EDM electrodes are sometimes created expensive. The SLS (selective laser sintering) could be an alternative technique for rapid production of EDM electrodes. This article presents the first results of this subject that have been developed within the research project BRAGECRIM.

1 Brazilian-German Collaborative Research Initiative on Manufacturing Technology (BRAGECRIM) am IMW

Eines der Forschungsprojekte innerhalb des Projektes BRAGECRIM ist seit Oktober 2009 am Institut für Maschinenwesen aktiv und beschäftigt sich mit der Produktion von EDM Elektroden durch Selektives Lasersintern. Das BRAGECRIM Programm ist durch die Organisationen CAPES, DFG, FINEP und CNPq gefördert und zielt darauf ab die wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen Brasilien und Deutschland im Bereich der Fertigungstechnik zu stärken.

Das Forschungsprojekt wird von der Päpstlichen Katholischen Universität von Paraná (PUC-PR), im Laboratory for Research on Machining Processes (LAUS) und dem Institut für Maschinenwesen (IMW) der TU Clausthal durchgeführt.

2 Ziel des Projektes

Hauptaugenmerk des Projektes ist es, die Eigenschaften von EDM-Elektroden zu verbessern die im SLS Verfahren generiert wurden. Speziell beim Senkerodieren zeigen bisherige lasergesinterte Elektroden einen hohen, ungleichmäßigen Verschleiß.

Dies ist durch die Wahl/Zusammensetzung des Werkstoffs, der Sinterparameter und -strategien und geeigneter Nachbearbeitungstechniken geplant zu erreichen. Weiterhin sollen die Parameter der EDM Anlagen untersucht und ggf. optimiert werden.

3 Die Versuchsdurchführung

Die Durchführung der Versuche ist in zwei Abschnitte unterteilt. Zu erst werden die lasergesinterten Elektroden am IMW mit einer EOSint m250 ext. hergestellt, anschließend werden EDM Tests am LAUS mit einer Charmilles ROBOFORM 30 CNC durchgeführt. Eine vorläufige Charakterisierung der SLS Bauteile wird durch eine metallographische Untersuchung am ZfW hinsichtlich der Porosität vorgenommen.

3.1 Standard SLS und EDM Materialien

Im ersten Arbeitspaket sollen konventionale SLS und EDM Werkstoffe hinsichtlich Ihrer Eignung untersucht werden. Hierzu wurden Proben mit der Kantenlänge von 10mm aus unterschiedlichen Bronze-, Stahl- und Kupfer-Pulvermischungen erstellt (siehe **Bild 1**).



Bild 1: Elektroden aus v.l. Bronze-, Stahl- und Kupfer-Pulvermischungen

Es wurden nach Vorversuchen insgesamt aus sieben Pulvermischungen SLS Wüfel erstellt und nach Curitiba an das LAUS für EDM Test verschickt.

Eine Zusammenstellung der Proben finden Sie in **Tabelle 1**. Bei den Proben Cu1 und Cu2 handelt es sich um reines Kupfer, bei DM1 und DM2 um Bronze-Nickel-Pulvermischungen bei CM1 und CM2 um Bronze-Nickel-Pulvermischungen mit einem erhöhten Kupferanteil und bei DS1 um eine Stahlpulvermischung.

Elektrode	Material	Scan-Geschw. [mm/s]	Hatch-Abstand [mm]	Schicht-Stärke [µm]	Laser Strategie
Cu1	Kupfer	100	0,3	50	Stripes
Cu2	Kupfer	50	0,3	50	Stripes
DM1	Bronze-Nickel-Mischung	250	0,3	20	Stripes
DM2	Bronze-Nickel-Mischung	150	0,3	20	Stripes
CM1	Bronze-Nickel-Mischung	100	0,3	50	Stripes
CM2	Bronze-Nickel-Mischung	50	0,3	50	Stripes
DS1	Stahl-Mischung	250	0,3	20	Stripes

Tabelle 1: Materialien und Sinterparameter der ersten Elektroden

Eine Auswertung erster Schliffbilder zeigte, dass bei den Materialien DM und DS eine den Standardwerten entsprechende Porosität vorliegt und bei Cu und CM erhöhte Werte vorliegen.

3.2 EDM Tests

Die EDM Tests wurden mit Schrapp-, Schlicht- und Semi-Schlichtparametern durchgeführt. Als Bauteilwerkstoff wurde AISI H13 Stahl ausgewählt. Die einzelnen Maschinenparameter sind in **Tabelle 2** dargestellt. Die Werkzeug-Polung ist jeweils negativ. /1/

Betriebsart	Spannung u_i [V]	Entladestrom i_e [A]	Entladedauer t_e [μ s]	Intervall t_o [μ s]	Tastverhältnis τ [%]
Schichten	160	4	25	6,4	83,5
Semi-Schichten	120	12	100	12,8	90,4
Schruppen	120	32	200	25	90,6

Tabelle 2: Materialien und Sinterparameter der ersten Elektroden

4 Ergebnisse

Bei allen Betriebsarten zeigten die gefertigten SLS Proben sehr starke Unterschiede zu konventionellen massiven Kupferelektroden. Die Elektroden weisen eine geringe Abtragsrate und einen hohen Verschleiß auf. /1/

Im Schichtmodus konnte die Stahlpulvermischung gegenüber den anderen Mischungen die höchsten Abtragsraten und den geringsten Verschleiß erzielen. Die reinen Kupferpulvermischungen zeigten das schlechteste Ergebnis.

Die Bronze-Nickel-Pulvermischungen zeigten im Semi-Schichtprozess die besten Ergebnisse und Kupfer erneut das schlechteste.

Beim Schrappprozess konnten die DM- und CM-Pulvermischungen ähnlich gute Ergebnisse vorweisen. Die Stahlpulvermischung die schlechtesten.

5 Weitere Schritte

Auf Grund der relativ geringen Abtragsrate und des hohen Verschleißes werden im zweiten Arbeitspaket keine reinen Kupferpulver zur Herstellung von lasergesinterten Elektroden benutzt. Die schlechten Erodierereigenschaften resultieren aus der schwierigen SLS Prozessführung von reinem Kupfer und der damit verbundenen erhöhten Porosität.

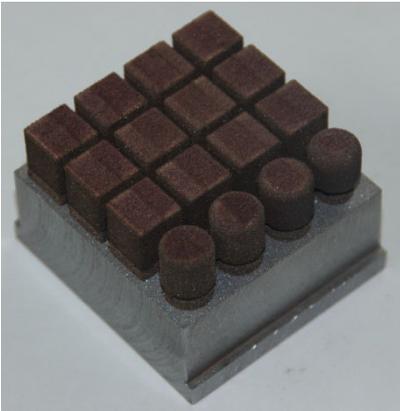


Bild 2: Pulvermischung mit Keramikanteil

Im weiteren Verlauf des Projektes sollen Pulvermischungen mit einer Kupfer-Nickel-Matrix und unterschiedlichen Beimischungen erprobt und analysiert werden. **Bild 2** zeigt erste SLS Versuche mit Materialmischungen auf Keramikbasis.

Erste EDM Tests dieser Materialien sollen im Januar 2010 an der PUC-PR durchgeführt werden.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen des BRAGECRIM Projektes konnten Elektroden mit Standard Bronze-, Stahl- und Kupfer Materialien erstellt und im EDM Test erprobt werden. Leider zeigten alle bisherigen Tests einen hohen Verschleiß und eine geringe Abtragsrate. Dies läßt sich zum Teil mit der relativ hohen Porosität der SLS Bauteile erklären.

Im weiteren Verlauf des Projektes werden neue Materialkombinationen und Nachbehandlungsverfahren eingesetzt um die EDM Leistung der Elektroden zu erhöhen.

7 Literatur

- /1/ Amorim, F.L.; Müller, N.; Bassani, I.; Schäffer, G.; Siemann, E.; Czelusniak, T.; Noronha, M.A.; Higa, C.F.; Bönisch, K.; Belmonte, G.R.; Some results on the performance of EDM electrodes produced by SLS technique; 6th Virtual International Conference on Innovative Production Machines and Systems (IPROMS 2010), 15th-26th November 2010, Cardiff,

Das Projekt wird durch die DFG, CAPES, FINEP und CNPq gefördert.

