

Autoren: F. Klocke, S. Schneider, M. Meurer, A. Klink

Funkenerosiver Einsatz von nassgefrästen Graphitelektroden

In den letzten Jahren hat Graphit Kupfer im Werkzeug- und Formenbau als Elektrodenwerkstoff in der Standardsenkerosion oft abgelöst. Lediglich bei sehr hohen Anforderungen an die Oberflächenqualität kommen dann noch Kupferelektroden zum Einsatz. Dies ist das Resultat aus den vielen Vorteilen, die der Graphitwerkstoff mitbringt. So sind die Abtragleistungen mit Graphit in der Regel höher im Vergleich zu Kupfer. Insbesondere der bei richtig gewählten Prozessgrößen geringe Elektrodenverschleiß macht Graphit zu einem guten Elektrodenwerkstoff. Weiterer Vorteil gegenüber Kupfer ist das deutlich niedrigere Gewicht. Auf diese Weise sind größere Elektrodenflächen oder eine höhere Spüldynamik realisierbar um die Abtragleistung zu optimieren. Bei Graphit handelt es sich um eine Modifikation von elementarem Kohlenstoff, der in dieser Form nur als einzelne Schüppchen in der Natur vorkommt. Zur Herstellung von Erodiergraphiten sind daher mehrere Prozessschritte notwendig, um die Eigenschaften des Graphits für die Funkenerosion nutzbar zu machen. Dabei entsteht im fertigen Graphit zwangsläufig eine offene Porosität. Als formgebendes Verfahren für die Elektrodengeometrie kommt

sehr häufig das HSC-Fräsen zum Einsatz. Hier liegt ein weiterer Vorteil des Graphits, da es eine gegenüber Kupfer deutlich gesteigerte Zerspanbarkeit zeigt und keine Gratbildung auftritt. Klassischerweise wird beim HSC-Fräsen von Stahl ein Kühlschmierstoff (KSS) eingesetzt während Graphit standardmäßig trocken gefräst wird. Die Hauptaufgaben des KSS sind die Kühlung der Kontaktstelle, die Reduktion von Reibung und insbesondere der Abtransport von Spänen. Zusätzlich bindet der KSS beim alternativen Fräsen von Graphit mit Fluid den entstehenden feinen Kohlenstoffstaub. Während des Fräsprozesses kommt es jedoch zur Infiltration der offenen Porosität durch den KSS. Eine bislang offene Forschungsfrage ist es, wie bzw. ob der Kühlschmierstoffeinschluss den Erosionsprozess beeinflusst. Welche Folgen die Infiltration des Graphites mit KSS für den eigentlichen Funkenerosionsprozess hat, soll in diesem Artikel geklärt werden. Dazu wird der Einfluss anhand einer Wärmeleitungssimulation in Kombination mit einer experimentellen Versuchsreihe studiert. Während der Funkenerosion wird der Elektrodenwerkstoff primär thermisch beansprucht. Ist die Beanspruchung des Werkstoffes

zu hoch, kommt es zum Verschleiß der Werkstoffelektrode. Inwieweit das infiltrierte Fluid (KSS/CH-basiertes Dielektrikum) diese Beanspruchung und somit den Verschleiß beeinflusst, soll anhand eines 2D-Kreisersatzmodells der Porenstruktur in einer FEM-Simulation ermittelt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften von KSS und CH-basiertem Dielektrikum (siehe Tabelle) ist zu vermuten, dass die Infiltration das Temperaturfeld und damit die resultierende Beanspruchung beeinflusst. Der KSS ist eine Emulsion aus ca. 90 - 95 % Wasser und entsprechend ca. 5 - 10 % Öl. Bei solchen Mischungsverhältnissen einer Emulsion dominieren die Eigenschaften des Hauptfluides, so dass hier für den KSS die physikalischen Eigenschaften von Wasser angenommen wurden. In Bild 1 sind die simulierten Temperaturfelder in der Graphiterersatzstruktur zu sehen. Im Graphit ist ein deutlicher Temperaturunterschied zu erkennen. So ist die Oberflächentemperatur bei der KSS Infiltration geringer. Dies würde eine geringere Beanspruchung der Werkzeugelektrode bedeuten. Auffällig ist, dass im Fluid kaum unterschiedliche Temperaturen herrschen. Dies liegt daran, dass

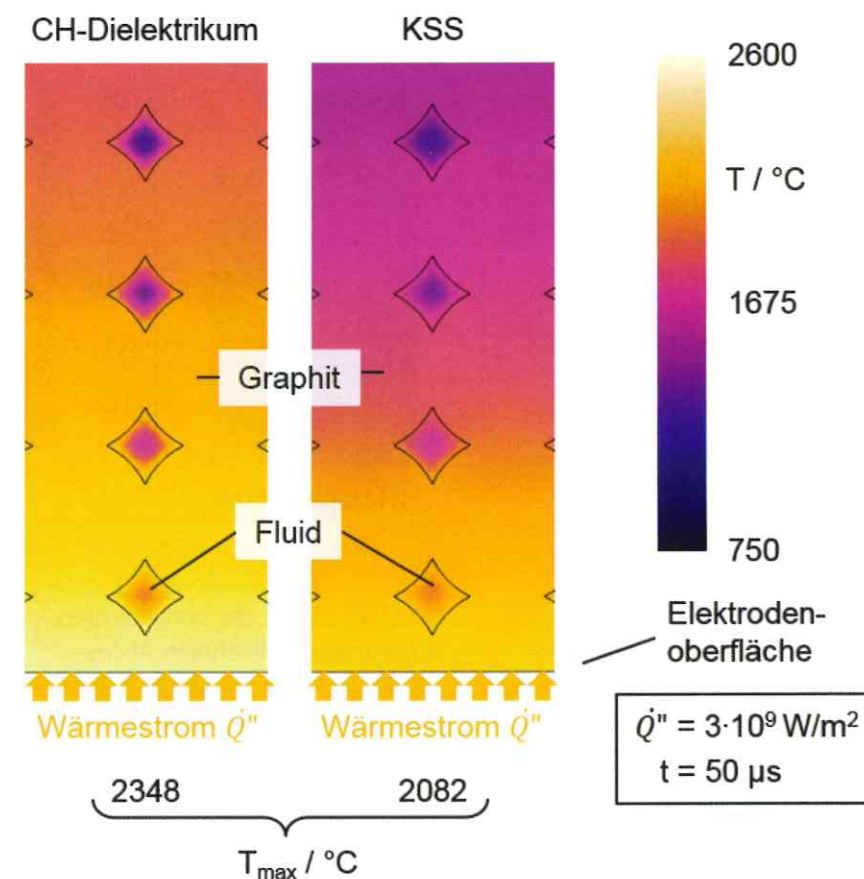
	Fluid	KSS* bzw. Wasser	CH-Dielektrikum
Wärmeleitfähigkeit λ		0,606 W/(m · K)	0,144 W/(m · K)
Wärmekapazität c_p		4,182 kJ/(kg · K)	2,064 kJ/(kg · K)

Tabelle: Auszug der thermo-physikalischen Eigenschaften der Fluide

* KSS ist eine Emulsion aus 90 - 95 % Wasser und 5 - 10 % Öl

Bild 1: Temperaturprofile bei unterschiedlicher Poreninfiltration

der KSS zwar eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist, jedoch auch eine höhere Wärmekapazität besitzt. Dementsprechend entzieht der KSS dem Graphit die Wärme und führt zu einer geringeren Elektrodentemperatur. Diesen Ergebnissen zufolge könnte es gar vorteilhaft, aber auf keinen Fall negativ, sein, wenn die Graphitelektrode mit KSS infiltrierte ist. Die Hypothese und gegebenenfalls die Relevanz dieses Effektes wurden in einem experimentellen Validierungsversuch überprüft. Dazu wurden getrocknete Graphitelektroden über eine Woche in handelsüblichen KSS und CH-Dielektrikum gelagert, so dass das Graphit mit dem Fluid ausreichend infiltrierte werden konnte.



Präzision in höchster Güte

Oberflächengüten in Ra 0,06 µm zu erodieren gehören für unsere Maschinen zu einer unserer leichtesten Übungen. Die ZK-Senkerodiermaschinen zeichnet noch einiges mehr aus:

- simultaner 8-Achs-Betrieb
- höchste Abtragsleistung und Genauigkeit bei allen Materialpaarungen
- verschleißbarmes Endmaß-Tuning bei Graphit

Das ZK-EDM-Gesamtkonzept bedeutet für Sie: sicheren ROI durch garantierte Upgrades älterer Baureihen auf den neuesten Stand der Technik.

ZK EDM
Part of Zimmer & Kreim

Zimmer & Kreim GmbH & Co. KG,
Beineäcker 10, 64395 Brensbach

Halle 13,
Stand B 86
EMO
Hannover
18-23-9-2017



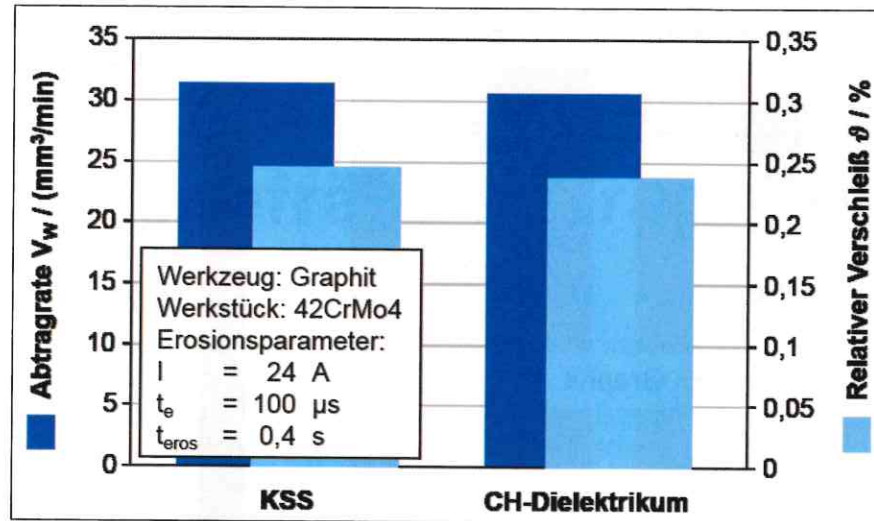


Bild 2:
Abtragsrate und relativer Verschleiß
mit unterschiedlicher Infiltration

Die Menge des infiltrierten Fluids wurde durch Wiegen der Elektroden im getrockneten und im infiltrierten Zustand bestimmt. Anschließend wurde mit den Elektroden Erodierversuche durchgeführt und die Abtragsrate und der Werkzeugelektrodenverschleiß ermittelt (Bild 2). Zwischen den unterschiedlich infiltrierten Graphiten konnte kein maßgeblicher Unterschied festgestellt werden. Sowohl im Hinblick auf die Abtragsrate als auch im Hinblick auf den Verschleiß zeigten beide Versuchselektroden vergleichbare Ergebnisse.

Auf Grundlage der vorgestellten Ergebnisse hinsichtlich Abtragsrate und Verschleiß existieren also keine hinreichenden Gründe, Graphitelektroden nicht kühl-schmiermittelunterstützt zu fräsen. Einzig die dauerhafte Kontamination des ölasierten Dielektrikums mit Wasser und den damit verbunden höheren Ansprüchen an den Korrosionsschutz der Maschine könnten dagegensprechen. Wenn Sie mehr zu diesem oder anderen Themen der Funkenerosion erfahren möchten, laden wir Sie herzlich zur 11. Fachtagung Funkenerosion am 29.-30. Novem-

ber 2017 in Aachen ein. Hier werden Fortschritte aus technischer und wirtschaftlicher Sicht durch Referenten renommierter Maschinen- und Zubehörhersteller sowie namhafter Anwender vorgestellt. Ebenso werden Ergebnisse aus aktuellen nationalen und internationalen Forschungsprojekten ausgesuchter Forschungsinstitutionen präsentiert. Näheres zu dieser Veranstaltung finden Sie hier: www.wzlforum.rwth-aachen.de Die hier gezeigten Arbeiten wurden im Rahmen des Industriearbeitskreises „Elektroerosive Bearbeitung“ (EAK) durchgeführt.



Bild 3:
Versuchsanlage
GMFS FORM 2000
VHP am WZL/
Fraunhofer IPT

Bild 4.
Industriearbeitskreis
„Elektroerosive Bearbeitung“ (EAK)
(Werkbilder:WZL / RWTH Aachen, Aachen)

