

Teilprojekt A12

Titel

Experimentelle Analyse thermomechanischer Eigenschaften
thermisch gespritzter Beschichtungen

Projektleitung/-bearbeitung

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. K. Bobzin
Projektbearbeitung: A. Schacht, M.Sc.
Institut für Oberflächentechnik (IOT)

Aufgabenstellung

- Entwicklung einer praxistauglichen, elektrischen Kontaktierung der Heizschicht
- Implementierung des Heizschichtsystems inklusive Heizfunktion in Gießprozesse

Vorgehensweise

Die elektrische Kontaktierung der Heizschicht wurde bisher über Klemmkontakte auf ausgesparten Flächen der Probenkörper durchgeführt. Dieses Konzept funktioniert für Labortests, ist jedoch für den Einsatz in Gießprozessen nicht zielführend. Daher wurden unterschiedliche Konzepte erprobt, um eine praktikable Weise der Energieeinspeisung in die Heizschichten im realen Einsatz zu entwickeln. Dazu wurden die hergestellten Probenkörper in Heizzyklusversuchen untersucht.

Das erfolgversprechendste Kontaktierungskonzept wurde im Anschluss in Werkzeugeinsätzen für das Kunststoffspritzgießen sowie den Aluminiumkokillenguss umgesetzt. Die beschichteten Werkzeugeinsätze wurden dann in Kooperation mit dem TP B01 und dem TP B08 in realen Gießprozessen eingesetzt.

Ergebnisse

Unter den untersuchten, elektrischen Kontaktierungen hat sich das in Abbildung 1 dargestellte Konzept herauskristallisiert. Über einen Kontaktstift, der bei der Herstellung des Schichtsystems

nach der Substratisolation eingesetzt und anschließend mitbeschichtet wird, wird ein dauerhafter Kontakt zur Heizschicht generiert. Der Vorteil dieses Konzepts ist die Möglichkeit der rückseitigen Energieeinspeisung. Weiterhin wird die Verbindung über die Anschlussmöglichkeit konventioneller Kabelschuhe erleichtert.

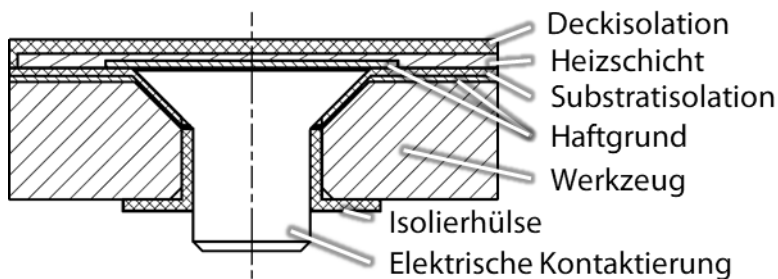


Abbildung 1: Konzept einer elektrischen Kontaktierung der Heizschicht im Querschnitt

In Heizzyklusversuchen weist die mit dem neu entwickelten Konzept kontaktierte Heizschicht ein gleichmäßiges Temperaturprofil zwischen den Kontakten auf, siehe Abbildung 2. Bei einer Zykluszeit von 31 s und einem Temperaturbereich von etwa 60 °C bis 200 °C wurden über 30.000 Heizzyklen durchfahren. Mit einer mittleren Flächenleistung von ca. 40 W/cm² konnte eine mittlere Heizrate von rund 20 K/s realisiert werden.

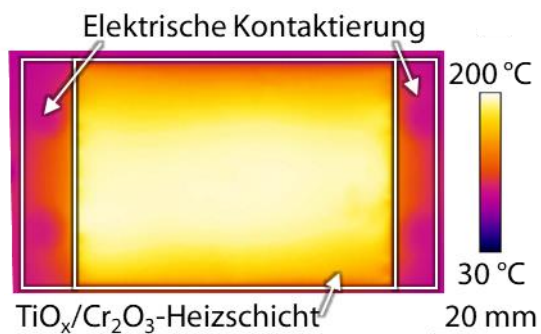


Abbildung 2: Temperaturverteilung auf der Oberfläche unter Anwendung des in Abbildung 1 dargestellten Kontaktierungskonzepts

Der beschichtete Werkzeugeinsatz für das Kunststoffspritzgießen ist in Abbildung 3a abgebildet. Das Kontaktierungskonzept hat den Belastungen während des Prozesses standgehalten und über 400 Formteile wurden bisher abgeformt. Der Einfluss der Oberflächentemperatur bei einem konstant temperierten Werkzeug konnte deutlich beobachtet werden, wie

in Abbildung 3b zu erkennen ist. Ohne Heizung bildet sich ein sogenannter Schallplatten-Effekt im unteren Bereich des Formteils aus, wohingegen mit Heizung eine qualitativ hochwertigere Oberfläche zu beobachten ist. In Verzugsmessungen an den Formteilen wurde eine Reduktion des Verzugs um ~70 % nachgewiesen.



Abbildung 3: a. Beschichteter Werkzeugeinsatz in Spritzgießanlage; b. Ohne und mit Heizung des Werkzeugeinsatzes hergestellte Formteile

Das Heizschichtsystem wurde in ersten Versuchen in einem Teststand zum Kokillenguss mit Aluminium eingesetzt. Dabei konnte die grundlegende Funktion des Schichtsystems im Kokillenguss nachgewiesen werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Eine praxistaugliche, elektrische Kontaktierung der Heizschicht in Gießwerkzeugen ist erfolgreich entwickelt worden. Diese ermöglichte den aktiven Einsatz des Heizschichtsystems in Industrieanlagen für das Kunststoffspritzgießen. Dabei konnten bereits deutliche Einflüsse auf die Formteilqualität beobachtet werden. Erste Anwendungen des Heizschichtsystems im Kokillenguss mit Aluminium zeigen ebenfalls eine positive Entwicklung.

Zukünftig soll die Heizschicht im Kunststoffspritzgießen mit einer individuellen Steuerung den Temperaturhaushalt gezielt beeinflussen, sodass das Ausmaß der Möglichkeiten zur Kompensation von Verzug bestimmt werden kann. Hinsichtlich des Kokillenguss' soll die Beständigkeit des Schichtsystems gegenüber dem Beanspruchungskollektiv gesteigert werden. Dazu sollen der keramischen Heizschicht metallische Anteile hinzugefügt werden, um die Duktilität des Verbundes zu steigern.

Veröffentlichungen

1. K. Bobzin, W. Wietheger, M.A. Knoch, H. Heinemann, A. Schacht, A. Gillner, M. Hummel
Thermally Sprayed Sensor Coatings for Spatially Resolved Temperature Detection
Journal of Materials Processing Technology 291 (2021) 117043 [10.1016/j.jmatprotec.2021.117043]
2. K. Bobzin, W. Wietheger, H. Heinemann, A. Schacht
Parameter Study on the Electrical Resistivity of Plasma Sprayed TiO_x/Cr_2O_3 Coatings
IOP Conf. Series Material Science and Engineering, 1147 (2021) 012027 [10.1088/1757-899X/1147/1/012027]
3. K. Bobzin, W. Wietheger, H. Heinemann, A. Schacht
 TiO_x/Cr_2O_3 Heating Coatings for Injection Molding of Polyamide
Proceedings EMPOrIA: EMPOrIA 2020, May 19th-20th, 2020, Aachen Germany, Springer (2021) 81-90 [10.1007/978-3-030-70332-5_8]
4. D. Fritsche, Ch. Hopmann, C.E. Kahve, T. Hohlweck, K. Bobzin, H. Heinemann, A. Schacht
Einsatz und Einflussnahme von thermisch gespritzten Heizschichten im variothermen Spritzgießprozess
Proceedings Technomer 2021: 27. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, 04.-05.11.2021, Chemnitz, 2021 [ISBN: 978-3-939382-15-7]