

Teilprojekt A10

Titel

Entwicklung simulativer Ansätze zur gezielten Auslegung der Eigenschaften plasmagespritzter Beschichtungen

Projektleitung/-bearbeitung

Projektleitung: Prof. Dr.–Ing. K. Bobzin

Projektbearbeitung: M.Sc. I. Alkhasli

Institut für Oberflächentechnik IOT

Aufgabenstellung

Erhöhung der Erkenntnisse über die Vorgänge beim atmosphärischen Plasmaspritzen durch die numerische Simulation. Kopplung der Plasma- und Freistrahlmotellierung und Untersuchung der Phänomene im Freistrah. Kopplung der Partikelphase mit Gasphase. Partikelmodellierung in Kooperation mit anderen Teilprojekten.

Vorgehensweise

- Numerische Modellierung und Simulation der Vorgänge im Plasmabrenner und im Freistrah
- Massen-, Impuls- und Energieerhaltungsgleichungen gekoppelt mit elektromagnetischen Feldgleichungen
- Sequentiell gekoppelte Modellierungsansatz bestehend aus Plasmabrennermodell, Freistrahmodell und Partikelaufrallmodell
- Euler-Lagrange-Methode für die Modellierung des Impuls- und Wärmetransports zwischen Freistrah und Partikel
- Durchführung der Freistrahlsimulationen mit „One-way coupling“ und „Two-way coupling“ Ansätzen
- Modellierung der Wärmeübertragung innerhalb der Partikel unter Berücksichtigung von Aggregatzustände des Spritzzusatzwerkstoffes: fest, flüssig, gasförmig

Ergebnisse

- Kopplung der Plasma- und Freistrahlmotelle und Ermittlung des Partikelverhaltens, z.B. Flugbahn, Erwärmung, Änderung des Aggregatzustandes,

Massenverlust durch Verdampfen, im Freistrah in
Abhängigkeit von verwendeten Prozessparameter

- Entwicklung des Partikelmodells zur Berechnung der Temperaturgradienten und Schmelzgrades der Partikel im Freistrah
- Berechnung realitätsnähere Partikeltemperaturen im Freistrah durch „Two-way coupling“ der Partikel- und Gasphase
- Vervollständigung des Freistrahmodells und Erstellung einer Schnittstelle um die Kopplung mit dem nächstfolgenden Teilmodell zu ermöglichen
- Korrelation zwischen simulierten Partikeleigenschaften und beobachteten Schichtaufbauverhalten in realen Prozessen

Zusammenfassung und Ausblick

Im zweiten Jahr wurde die Kopplung zwischen der Plasmabrenner- und der Freistrahlsimulation sowie die Kopplung der Partikel- und Gasphase im Freistrah realisiert. Dadurch ist die Vorhersage der Partikelzustandsgrößen im Freistrah anhand der Ausgangsparameter, die Spritzprozesssteuern, ermöglicht. Damit ist es zum ersten Mal möglich, anhand der Prozessparameter, simulativ, über die Prozesseffizienz eine Aussage zu treffen. Darüber hinaus wurde, in Kooperation mit TP A4 (ISF), ein numerischer Ansatz entwickelt, wodurch die Ermittlung der Temperaturgradienten und Schmelzgrade der Partikel im Freistrah ermöglicht wurde. Stand der Technik in Partikeldiagnostik erlaubt es nicht die Schmelzgrade der Partikel im Freistrah zu bestimmen. Im dritten Jahr des Projekts sind weitere Zusammenarbeiten mit TP A4 vorgesehen. Dabei sollen die Partikelschmelzgrade im Freistrah für mehrere Partikel mit unterschiedlicher Größe und bei unterschiedlichen Prozessparametern systematisch untersucht werden. Außerdem, wird in Zusammenarbeit mit TP B1 und B3 (IKV) der Einsatz plasmagespritzter Beschichtungen für die zielgerichtete Temperaturführung beim Spritzgießen experimentell und simulativ weiter untersucht. Zielgerichtete Temperaturführung führt zur Minimierung des Verzugs und dadurch erhöht die Bauteilpräzision beim Spritzguss Verfahren. Weitere Arbeitspunkte im dritten Jahr sind die

Weiterentwicklung des Partikelaufrallmodells und die Untersuchung des Schichtaufbauvorgangs.

Bisherige Veröffentlichungen

K. Bobzin; M. Öte; T. F. Linke; I. Alkhasli; Ch. Hopmann; P. Nikoleizig; M. Schmitz (2015): Development of Simulative Approaches for Precisely Designing the Properties of Plasma Sprayed Coatings for Application in Injection Moulding. In: 3rd ECCOMAS Young Investigators Conference, S. 6-10. Aachen, 2015. Kooperation A10- B1-B3

K. Bobzin; M. Öte (2016): Influence of Powder Particles on the Plasma Characteristics in Multi-arc Plasma Spraying. In: The 14th High-Tech Plasma Processes Conference, S. 89. München, 2016.

K. Bobzin; M. Öte; M. A. Knoch; I. Alkhasli; U. Reisgen; O. Mokrov; O. Lisnyi (2016): Modelling of the Temperature Distribution Inside a Sprayed Particle in Air Plasma. In: The 14th High-Tech Plasma Processes Conference, S. 25. München, 2016. Kooperation TP A4-A10.

K. Bobzin; M. Öte (2016): Modelling the plasma-particle interaction in multi-arc plasma spraying. In: Journal of Thermal Spray Technology (JTST). **In Begutachtung**

K. Bobzin; M. Öte (2016): Numerical Coupling of the Particulate Phase to the Plasma Phase in Modeling of Multi-Arc Plasma Spraying. In: Journal of Physics: Conference Series (JPCS). **In Begutachtung**

K. Bobzin; M. Öte; M. A. Knoch; I. Alkhasli; U. Reisgen; O. Mokrov; O. Lisnyi (2016): Simulation of the Particle Melting Degree in Air Plasma Spraying. In: Journal of Physics: Conference Series (JPCS). **In Begutachtung**, Kooperation TP A4-A10.

K. Bobzin; Ch. Hopmann; M. Öte; M. A. Knoch; I. Alkhasli; H. Dornebusch; M. Schmitz (2017): Tailoring the Heat Transfer on the Injection Moulding Cavity by Plasma Sprayed Ceramic

Coatings. In: 19. Werkstofftechnisches Kolloquium (WTK 2017).
Geplant, Kooperation TP A10-B1-B3.

K. Bobzin; M. Öte; M. A. Knoch; I. Alkhasli; U. Reisgen; O. Mokrov; O. Lisnyi (2017): Understanding the Porosity Increase in TBCs Produced by Milled YSZ Powder. In: Journal of Thermal Spray Technology (JTST): Special Issue. **Geplant**, Kooperation TP A4- A10.

K. Bobzin, M. Öte, J. Schein, S. Zimmerman (2017): A Numerical Parameter Study on Plasma Jet and Particle Behaviour in Multi-Arc Plasma Spraying. In: Journal of Thermal Spray Technology. **Geplant**.

Dissertationen

M. Öte (2016): Understanding Multi-Arc Plasma Spraying.
Dissertation an der RWTH Aachen University, Aachen.
ISBN 978-3-8440-4598-7