

Teilprojekt B 4

Titel

Analyse der thermischen Kopplung von Schmelze, Gefüge und Werkzeug zur präzisen Vorhersage von Schwindung und Verzug im Spritzgießprozess

Projektleitung/-bearbeitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hopmann, Christian (Leitung)
Wipperfürth M. Sc., Jens (Bearbeitung)
Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung (IKV)
Seffenter Weg 201
52074 Aachen

Aufgabenstellung

Aktuelle Modelle zur Beschreibung von Schwindung und Verzug beim Thermoplast-Spritzgießen berücksichtigen nur unzureichend thermische Wechselwirkungen zwischen Schmelze, Gefüge und Werkzeug. Eine genaue Beschreibung der zugrunde liegenden Prozesse erfordert ein tieferes Verständnis und daher eine präzise Messung der Temperatur im laufenden Prozess. Für den Spritzgießprozess soll ein Werkzeugkonzept entwickelt werden, das eine Messung der Temperaturverteilung in der Kunststoffschmelze und eine Messung der Temperaturen am Randbereich zur Kavität ermöglicht. Weitere thermische Materialdaten werden zusätzlich in Laborversuchen unter spritzgießrelevanten Randbedingungen in Abhängigkeit der Gefügestruktur gemessen. Hierzu erfolgt unter anderem die Weiterentwicklung einer Apparatur zur druckabhängigen Messung des Wärmeübergangskoeffizienten.

Vorgehensweise

Zur Durchführung einer ultraschalltomografischen Temperaturmessung werden 20 Ultraschallsensoren in einem Werkzeug um eine zylinderförmige Kavität mit einem Durchmesser von 30 mm angeordnet. Das Ultraschallsignal wird über einen Vorlauf in die Schmelze eingekoppelt und die Schalllaufzeit mit den verbleibenden 19 Sensoren gemessen. Mit

den Messdaten kann anschließend die Temperatur an verschiedenen Orten im Querschnitt des Formteils mit einem im Rahmen des SFB entwickelten Algorithmus rekonstruiert werden. Besonderheit des Algorithmus ist die optimierte Einteilung des Messgebietes in einzelne Flächenelemente in Abhängigkeit der Sensoren. Auf diese Weise ist eine Maximierung der Ortsauflösung mit der gegebenen Anzahl von Sensoren möglich. Das optimal eingeteilte Messgebiet wird über eine sogenannte System-Matrix dem Rekonstruktionsalgorithmus übergeben. Dieser basiert auf den in der Literatur beschriebenen algebraischen Rekonstruktionstechniken. Die Rekonstruktion der Schalllaufzeit ergibt eine Verteilung der Ultraschallgeschwindigkeiten, die über physikalische Zusammenhänge anschließend in eine Temperatur überführt werden können.

Ergebnisse

Das entwickelte ultraschalltomografische Modell zur Messung der Temperaturverteilung im Spritzgießprozess liefert unter idealen Bedingungen, d.h. konstantem Druck und langsamer Abkühlung, eine Abweichung von 0,5 °C bei der Rekonstruktion vorgegebener Temperaturprofile. Mit der optimierten Aufteilung des Messgebietes kann die Temperatur bei Verwendung von 20 Sensoren mit einer Frequenz von 2 MHz an 200 Stellen innerhalb des Messbereichs berechnet werden. Dies entspricht einer Auflösung von 3,5 mm² pro Flächenelement.

Zusammenfassung und Ausblick

Zur präzisen Temperaturmessung während des Spritzgießprozesses wurde ein ultraschalltomografisches Konzept entwickelt, das eine kontaktfreie und ortsaufgelöste Messung der Temperaturverteilung ermöglicht. Die dafür entwickelten Algorithmen zeigen eine geringe Abweichung in Bezug auf vorgegebene Temperaturprofile. Aktuell werden die genutzten Modelle auf reale Bedingungen erweitert, da Effekte wie die Streuung des Signals und die schnelle Abkühlung der Schmelze bisher unberücksichtigt bleiben. Im nächsten Schritt wird das erweiterte Modell unter realen Bedingungen mit Hilfe eines speziell für ultraschalltomografische Temperaturmessungen entwickelten Werkzeugs validiert.

Veröffentlichungen (nur 2016)

HOPMANN, CH.; SPEKOWIUS, M.; LASCHET, G.; SPINA, R.:
*Morphologiebasierte Vorhersage inhomogener
Werkstoffeigenschaften*. Tagungsband zum 28. Internationalen
Kunststofftechnischen Kolloquium: Integrative
Kunststofftechnik. Aachen: Shaker Verlag, 2016 – ISBN 978-3-
8440-4033-3

HOPMANN, CH.; SCHÖNGART, M.; SPEKOWIUS, M.; WIPPERFÜRTH,
J.: A concept for non-invasive temperature measurement during
injection moulding processes. *AIP Conference Proceedings*.
1713 (2016) 40009

HOPMANN, CH.; SCHÖNGART, M.; SPEKOWIUS, M.; WIPPERFÜRTH,
J.: Spatially Resolved Temperature Measurement in Injection
Moulding Using Ultrasound Tomography. *Proceedings of the
32nd Annual Meeting of the Polymer Processing Society*. Lyon
(Frankreich), 2016