

Teilprojekt B1

Titel

Algorithmen zur Auslegung eines Temperierlayouts für Spritzgießwerkzeuge unter Berücksichtigung des lokalen Kühlbedarfs

Projektleitung/-bearbeitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hopmann, Christian (Leitung)
Tobias Schneppe, M.Sc. RWTH (Bearbeitung)
Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung
Seffenter Weg 201
52074 Aachen

Aufgabenstellung

Das Ziel des dritten Projektjahres war die Entwicklung von Werkzeugeinsätzen zur praktischen Validierung der Berechnung des lokalen Kühlbedarfs eines thermoplastischen Formteils im Spritzgießen. Es sollten die Stärken der Methodik zur inversen thermischen Auslegung im Vergleich zu einer konventionellen vorwärtsgewandten Auslegung im praktischen Versuch gezeigt werden. Dazu musste die Methodik zur Herstellung der Werkzeugeinsätze auf dreidimensionale Probleme erweitert werden.

Vorgehensweise

Aufbauend auf der entwickelten hybriden Simulationskette und den Ergebnissen zur inversen thermischen Auslegung von Spritzgießwerkzeugen in 2D wurde die thermische Optimierung auf drei Dimensionen erweitert.

Zur Validierung der Methodik wurde ein Bauteil mit Kästen und Rippen, das zu starkem Verzug neigt, entwickelt.

Im Rahmen der thermischen Optimierung in 3D wurde eine optimale Temperaturverteilung in dem das Bauteil umgebenden Werkzeugstahl berechnet. In dieser Temperaturverteilung liegen somit Temperaturgradienten vor, die zu einer optimalen Abfuhr der Wärme aus der Schmelze in das Werkzeug führen. Der berechnete lokale Kühlbedarf des Formteils musste anschließend durch eine entsprechende lokale Kühlintensität realisiert werden. Hierzu wurden Oberflächen gleicher Temperatur aus der dreidimensionalen Temperaturverteilung

gefiltert, sogenannte Isothermen. Diese Isothermen lokalisieren Orte, an denen der Wärmestrom eines Kühlkanals ansetzen musste, um die gleichen Temperaturverhältnisse zu realisieren. Zur Umsetzung in ein praktikables Temperierlayout existieren eine Vielzahl von Varianten, die die Isothermen möglichst exakt abbilden. Alle Varianten wurden in Spritzgießsimulationen geprüft. Die Variante mit dem geringsten Formteilverzug wurde anschließend für die Konstruktion ausgewählt. Die Untersuchungen an den Spritzgießwerkzeugeinsätzen im realen Prozess sind gestartet und dauern aktuell noch an.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Simulationen auf Basis der neuartigen Kühlbedarfsberechnung zeigten gute Resultate für dreidimensionale Geometrien. Die mögliche Reduzierung der Formteildeformation an kritischen Bauteilstellen ist stark geometrieabhängig. An der Beispielgeometrie konnten lokale Reduktionen von bis zu 75 % gezeigt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Im Verlauf des dritten Projektjahres wurde die neuartige Methode zur inversen thermischen Werkzeugauslegung ins Dreidimensionale überführt und Praxisversuche durchgeführt, deren Auswertung noch nicht abgeschlossen ist. Mithilfe der thermischen Optimierung kann eine Temperaturverteilung im Werkzeug berechnet werden, die das pvT-Verhalten der Kunststoffe berücksichtigt. Allerdings kann die thermische Optimierung aktuell den Prozessdruck in der Kavität noch nicht an jedem Ort und jedem Zeitpunkt berücksichtigen, was im kommenden Halbjahr der Projektlaufzeit implementiert werden soll, um die Qualität der Optimierung weiter zu verbessern.

Die Validierungssimulationen zeigen, dass mit dem durch die thermische Optimierung entworfenen Temperiersystem eine Reduzierung des Formteilverzugs möglich ist. Allerdings erfolgt die Ableitung eines Kühlkanalsystems aus der Kühlbedarfsberechnung derzeit noch manuell und hat somit einen großen Einfluss auf die Präzision. Es wurden jedoch erste Ansätze zur automatisierten Ableitung der Kühlkanäle entwickelt. Auf Basis der Kühlbedarfsberechnung soll zukünftig automatisch ein strömungsmechanisch sinnvolles Temperierkanallayout

ableitbar sein, um den präzise bestimmten lokalen Kühlbedarf abbilden zu können. Das Temperierkanallayout soll mit konventionellen oder additiven Fertigungsmethoden hergestellt werden können.

Veröffentlichungen

Bobzin, K., Ch. Hopmann, M. Öte, M.A. Knoch, I. Alkhasli, H. Dornebusch und M. Schmitz, 2017. Tailoring the heat transfer on the injection moulding cavity by plasma sprayed ceramic coatings [online]. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 181, 2017, 12013. ISSN 1757-8981 [Zugriff am: 16. August 2017]. doi:10.1088/1757-899X/181/1/012013

Hopmann, Ch., A. Bührig-Polaczek, T. Schneppe, N. Wolff und M. Theunissen, 2017. Investigation on the transferability of algorithms for the numerical optimization of cooling channel design in injection molding on metal gravity die casting. In: *Material Science and Engineering Technology*. 48, 2017, 12, S. 1220-1225. ISSN 0933-5137

Hopmann, Ch., P. Nikoleizig, H. Dornebusch und T. Schneppe 2017. Minimization of Warpage for Injection Moulded Parts by Inverse Thermal Mould Design. In: *International Polymer Processing* (accepted)