

Teilprojekt B1

Titel

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

Projektleitung:

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

Aufgabenstellung

Ziel des zweiten Projektjahres ist die Optimierung des Algorithmus zur Berechnung des lokalen Kühlbedarfs eines thermoplastischen Formteils im Spritzgießen. Hierzu werden zwei zusätzliche Aspekte des Spritzgießzyklus in die Kühlbedarfsberechnung miteinbezogen: Die Betrachtung mehrerer Abkühlzyklen und die Berücksichtigung der Temperaturänderung während des Öffnungs- und Schließvorgangs des Werkzeugs. Außerdem soll die Kühlbedarfsberechnung auf dreidimensionale Geometrien übertragen werden.

Vorgehensweise

Aufbauend auf der im vorherigen Jahr entwickelten hybriden Simulationskette zur inversen thermischen Auslegung von Spritzgießwerkzeugen werden weitere Randbedingungen des Spritzgießprozesses in der Kühlbedarfsberechnung berücksichtigt. Im bisherigen Modell wird ausschließlich die Abkühlphase eines Spritzgießzyklus betrachtet und nicht der thermische Zustand eines eingeschwungenen Werkzeugs. Hierfür wird das Modell um die Betrachtung mehrerer Zyklen erweitert, indem die Temperaturen in der Kavität nach Ablauf eines Zyklus wieder durch die Initialtemperaturen des Kunststoffes ersetzt werden. Dafür wird eine periodische Reinitialisierung dieser Temperaturen implementiert.

Um die Modellierung prozessnäher zu gestalten, wird das Modell um die Betrachtung des Öffnungs- und Schließvorgangs des

Werkzeugs ergänzt, indem die Zykluszeit um die Dauer des Schließ- und Öffnungsvorgangs verlängert wird. Während dieser Zeit wird der Wärmeübergang über die Oberfläche der Kavität vernachlässigt. Diese Annahme ist zur Vereinfachung des Modells zulässig, da die Wärmeabgabe über die Kavitätsoberfläche durch Konvektion deutlich geringer ist als die durch die Wärmeleitung im Werkzeug.

Abschließend werden die Einflüsse der betrachteten Aspekte auf den Verzug unabhängig voneinander validiert. Dafür werden Spritzgießsimulationen mit dem aus der Kühlbedarfsrechnung abgeleiteten Kühlkanallayout durchgeführt und mit Simulationsergebnissen eines konventionell ausgelegten Kühlsystems verglichen.

Am Beispiel eines Kästchenbauteils wird das neuartige Verfahren zur computergestützten Generierung von Temperiersystemen auf eine dreidimensionale Geometrie übertragen. Um die Rechenzeit zu minimieren, wird unter Ausnutzung der Formteilsymmetrie nur ein Viertel des Kästchens betrachtet.

Ergebnisse

Die Untersuchungen zeigen, dass das berechnete Kühlkanallayout unter Berücksichtigung der Erweiterung der Modellierung um weitere Randbedingungen des Spritzgießprozesses zu einem deutlich reduzierteren Formteilverzug führen kann. Beispielsweise wird durch Berücksichtigung eines thermisch eingeschwungenen Spritzgießwerkzeugs in der Optimierung ein Kühlkanallayout identifiziert, dass eine Reduzierung der Formteildeformation um bis zu 24 % realisiert.

Die Ergebnisse der Simulation auf Basis der neuartigen Kühlbedarfsberechnung zeigen gute Resultate für dreidimensionale Geometrien. Die Formteildeformation an kritischen Bauteilstellen kann durch das berechnete Kühlkanalsystem um bis zu 32 % reduziert werden. Der Rechenaufwand für die dreidimensionale Berechnung ist jedoch deutlich höher als bei der zweidimensionalen Berechnung

Zusammenfassung und Ausblick

Im Verlauf des zweiten Projektjahres wurde die neuartige Methode zur inversen thermischen Werkzeugauslegung um weitere Randbedingungen des Spritzgießprozesses erweitert.

Die Validierungssimulationen zeigen, dass das durch das erweiterte Modell berechnete Kühlsystem zu einer Reduzierung des Formteilverzugs führt.

Die Ableitung eines Kühlkanalsystems aus der Kühlbedarfsberechnung erfolgt derzeit noch manuell. Im weiteren Verlauf werden daher Methoden entwickelt, um auf Basis der Kühlbedarfsberechnung automatisch ein strömungsmechanisch sinnvolles Temperierkanallayout abzuleiten. Das Temperierkanallayout soll mit konventionellen oder additiven Fertigungsmethoden hergestellt werden können.

Veröffentlichungen

HOPMANN, C.; NIKOLEIZIG, P.: Minimisation of warpage for injection moulded parts with reversed thermal mould design. *Proceedings of the 4th ECCOMAS GACM Young Investigators Conference (YIC)*. Aachen, 2015

BOBZIN, K.; ÖTE, M.; LINKE, T. F.; ALKHASLI, I.; HOPMANN, C.; NIKOLEIZIG, P.; SCHMITZ, M.: Development of Simulative Approaches for Precisely Designing the Properties of Plasma Sprayed Coatings for Application in Injection Moulding. *Proceedings of the 4th ECCOMAS GACM Young Investigators Conference (YIC)*. Aachen, 2015

HOPMANN, C.; FILZ, P.; NIKOLEIZIG, P.; SCHMITZ, M.: Präzision aus Schmelze – Beherrschung der Erstarrung im Spritzgießen. In: Hopmann, C. (Hrsg.): *Integrative Kunststofftechnik 2016*. Aachen: Shaker Verlag, 2016 - ISBN: 978-3-8440-4033-3

HOPMANN, C.; SCHÖNGART, M.; NIKOLEIZIG, P.: Minimisation of Warpage for Injection Moulded Parts with Reversed Thermal Mould Design. *Proceedings of the Annual Meeting of the Polymer Processing Society (PPS)*. Graz, Österreich, 2015

HOPMANN, C.; NIKOLEIZIG, P.: Präzision aus Schmelze – Ansätze zur automatisierten thermischen Spritzgießwerkzeugauslegung. *IKV-Fachtagung: Spritzgießwerkzeugtechnik – Im Spannungsfeld zwischen Klein- und Großserienproduktion von Kunststoffprodukten*. Aachen, 2015

HOPMANN, C.; THEUNISSEN, M.; SCHMITZ, M.; NIKOLEIZIG, P.: Development of a highly segmented temperature control in injection moulding for reduced warpage and increased process stability. *Proceedings of the*

32nd International Conference of Polymer Processing Society, Lyon, 2016

(Posterbeitrag)

HOPMANN, C.; NIKOLEIZIG, P.: Inversed Cooling Channle Design for Injection Moulds Based on Local Cooling Demand and Material Properties. *Proceedings of the Annual Technical Conference (ANTEC) of the Society of Plastics Engineers (SPE)*. Indianapolis, USA, 2016

Hopmann, C.; Theunissen, M.; Schmitz, M; Nikoleizig, P.: Development of a highly segmented temperature control in injection moulding for reduced warpage and increased process stability. *Proceedings of the PPS-32: The 32nd International Conference of the Polymer Processing Society – Conference Papers*, 2017

(eingereicht)