

Author:
Thomas Schubert (KDS)

Co-authors
Christoph Doerffel, Lothar Kroll, Wolfgang Nendel, Mirko Spieler (TUC)

Kleine Werkzeuge für den Mikrospritzguss effizient dynamisch temperieren

Die Qualität der Temperierung von Mikrospritzgießwerkzeugen ist entscheidend für die Bauteilqualität und die Realisierbarkeit von anspruchsvollen Mikrospritzgießprozessen. Besonders filigrane oder fein strukturierte Mikroformteile erfordern eine präzise gesteuerte dynamische Temperierung, um eine vollständige Formfüllung, eine spannungsarme Erstarrung und eine beschädigungsfreie Entformung des Bauteils sicherzustellen. Aufgrund der kleinen Schmelzemengen von maximal 1000 mm^3 und der aus ihnen resultierenden negativen Wärmebilanz des Werkzeugs beim Mikrospritzgießen, die ein Beheizen der Formhälften erfordert, eignen sich Mikrospritzgießwerkzeuge für vollelektrische Temperiersysteme. Der Verzicht auf Temperiermedien wie z.B. Wasser oder Wärmeträgeröl ermöglicht eine bessere und sicherere die Prozessführung des Mikrospritzgießvorgangs. So entfällt die Gefahr Maschinen, Werkzeuge oder empfindliche Oberflächen mit Temperiermedien zu verunreinigen und das Temperaturmanagement kann unabhängig von schwer mess- und kaum präzise regelbaren Durchflussmengen der Kühlmedien erfolgen.

Die KDS Radeberger Präzisions- Formen- und Werkzeugbau GmbH entwickelte in Zusammenarbeit mit der TU Chemnitz im Rahmen eines durch das ZIM-Programm geförderten Forschungsprojektes (KF3218155WO4, KF3218155WO4) ein solches vollelektrisches dynamisches Temperiersystem für Mikrospritzgießwerkzeuge, das in bestehende Anlagen integriert werden kann. Die Leistungsfähigkeit des entwickelten Systems wird anhand eines Prototypenwerkzeugs gezeigt. Der damit hergestellte Probekörper demonstriert das vollständige Füllen von langen Fließwegen, das präzise Abformen von Mikrostrukturen und die beschädigungsfreie Entformung von filigranen Bauteilen. Das Herzstück des entwickelten Temperiersystems sind Hochleistungspeltierelemente für das Temperaturmanagement der Formeinsätze. Eine elektrische Heizung in den Formrahmenplatten stellt die zum Erwärmen der Formeinsätze vor dem Einspritzen notwendige Wärme zur Verfügung, die von den Peltierelementen in den Formeinsatz weitergeleitet wird. Aufgrund der Wärmepumpleistung der Peltierelemente kann die Temperatur der Formrahmenplatten bis zu 20°C unter der Temperatur der Formeinsätze liegen, was eine schnelle Wärmeabfuhr nach Abschluss des Formfüllvorgangs unterstützt. Für den Kühlvorgang werden die Peltierelemente umgepolt und transportieren die Wärme vom Formeinsatz in die Formrahmenplatte. Der Abtransport der überschüssigen Wärme aus dem Werkzeug erfolgt mittels Heatpipes. Diese arbeiten in einem vollständig geschlossenen und gekapselten Kreislauf nach dem Verdampferprinzip und führen die Wärme außerhalb des Werkzeugs über aktiv mittels Lüftern gekühlte Heizlamellen ab. Das Umschalten der Temperierung erfolgt prozessgesteuert über eine Signalschnittstelle der Spritzgießmaschine. Während die Leistungsregelung der aktiven Temperierelemente durch ein separates Steuergerät erfolgt. Die präzise steuerbare Temperierleistung vollelektrischer Systeme ermöglicht definierte Abkühlraten um einen optimalen Erstarrungsprozess zu gewährleisten, wenn dies z.B. für optische Bauteile erforderlich ist. Aufgrund der SPS-basierten Steuerung des Temperiersystems können Temperierprogramme und -zyklen optimal auf den konkreten Anwendungsfall abgestimmt werden.

Die Temperierleistung des Systems ist vergleichbar mit der von Hybridsystemen aus elektrischer Widerstandsheizung und Wasserkühlung, wie sie häufig als Standardausrüstung in Mikrospritzgießmaschinen verwendet werden. Zykluszeiten von 180 s bei Temperaturdifferenzen von 40 K können sicher realisiert werden. Durch die vollelektrische Temperierung erfolgt die Abkühlung aber geregelt und ohne das Risiko von Leckagen oder verstopften Kühlkanälen. Insbesondere für Mikroformteile aus technischen Kunststoffen eignet sich das Temperiersystem, da

Werkzeugtemperaturen von 90°C bis 140°C während des Einspritzens im optimalen Arbeitsbereich des Temperiersystems liegen.