

HVG-Mitteilung Nr. 2043

Optimierung des Wärmetransports im Ausblasprozess der Hohlglasformgebung

A. Kropp, Steam & Glass Technology GmbH, Freital

Vortrag auf der Sitzung des Fachausschusses IV der DGG am 25.3.2003 in
Würzburg

1. Einleitung

Während der Formgebung von Hohlglas kommen dem Ausblasmedium mehrere Funktionen zu. Einerseits dient der Druckaufbau in der Form dem Anlegen des Glases an die Forminnenoberfläche zur weiteren gestalterischen Formgebung des zu produzierenden Behälters. Hierbei wird zudem über den Anpressdruck die Qualität des Wärmeentzugs durch Wärmeleitung vom Glas in die Form mitbestimmt. Andererseits entzieht die Ausblasluft bei geeigneter Durchströmung des Behälters Wärme über Konvektion.

Der Gesamtwärmeentzug während dieses Formgebungsschritts hat die Aufgabe, das entstehende Produkt auf ein integrales Temperaturniveau abzusenken, welches dem Produkt anschließend eine ausreichende Formstabilität verleiht. Die über Strahlung und Wärmeleitung an die Form abgegebene Wärmemenge kann mit 90% des Gesamtwärmeentzugs abgeschätzt werden. Die restlichen 10% können über Konvektion durch das vorbeiströmende Blasmedium aufgenommen werden.

Eine optimale Ausnutzung des Wärmeübertragungspotentials durch Wärmeleitung und Konvektion kann durch Ermittlung eines Mindestanpressdrucks während der Formgebung bei gleichzeitiger Maximierung der Durchströmung des Behälters erzielt werden. Beide Parameter können durch Einsatz einer geeigneten Messtechnik und Anwendung einer methodischen Vorgehensweise einfach ermittelt werden.

2. Die Messtechnik

2.1 IPMS – Intelligent Pyrometrical Measurement System

Das IPMS besteht aus einem sehr schnellen Pyrometer und einer selbstständig arbeitenden Filtersoftware. Das Pyrometer wird mittels eines integrierten Lasers auf die gewünschten Messorte eingerichtet. Durch kontinuierliches Messen wird der sich im Blickfeld des Pyrometers befindliche Maschinenzyklus erfasst. Dabei wird z.B. die Temperatur des Kübels, des Behälters und der Form gemessen. Die IPMS Software erkennt über vom Benutzer definierte Filterparameter oder durch Verwendung eines Maschinensignals den Maschinenzyklus. Aus diesem zyklischen Signalverlauf können bis zu 4 verschiedene Messorte oder Zeitpunkte des betrachteten Maschinenzyklusses gefiltert werden, wodurch ermöglicht wird, Temperaturveränderungen im Produktionsprozess über lange Zeiträume zu verfolgen und zu analysieren. Es ist somit möglich Glas und Formtemperaturen bezogen auf Messort und Zeitpunkt zu filtern. Veränderungen bzw. optimierende Maßnahmen im Prozess der Glasformgebung können unmittelbar sichtbar gemacht und bewertet werden.

2.2 POD100 – Pressure Optimisation Device

Das POD 100 ist ein mobiles Messgerät, das den Blasdruck von Mündungs- und Fertigblasluft im Blaskopf misst. Es besteht aus einem Hauptmodul zur Datenakquisition und Filterung und ist mit einer kleineren mit Magneten versehenen Drucksensoreinheit verbunden, welche über einer Station positioniert wird. Über einen mit Druckanschlüssen modifizierten Blaskopf wird der Druck beim Ausblasen aufgezeichnet und graphisch oder numerisch ausgewertet. Diese Anordnung ermöglicht die Darstellung und Bewertung von Veränderungen im Druckaufbau bei blaskopfoptimierenden Maßnahmen.

3. Die Methodik

Der zur optimalen Wärmeübertragung erforderliche Anpressdruck zwischen Glas und Form kann über eine Druckstaffelung ermittelt werden (Bild 1). Hierbei wird an einer druckisolierten Station die Forminnenoberflächentemperatur in Bezug auf unterschiedliche Formgebungsdrücke betrachtet. Als Ergebnis wird ein Mindestdruck ermittelt, der eine maximale Formtemperatur erzeugt und somit gute Wärmeübertragungseigenschaften vom Glas in die Form gewährleistet.

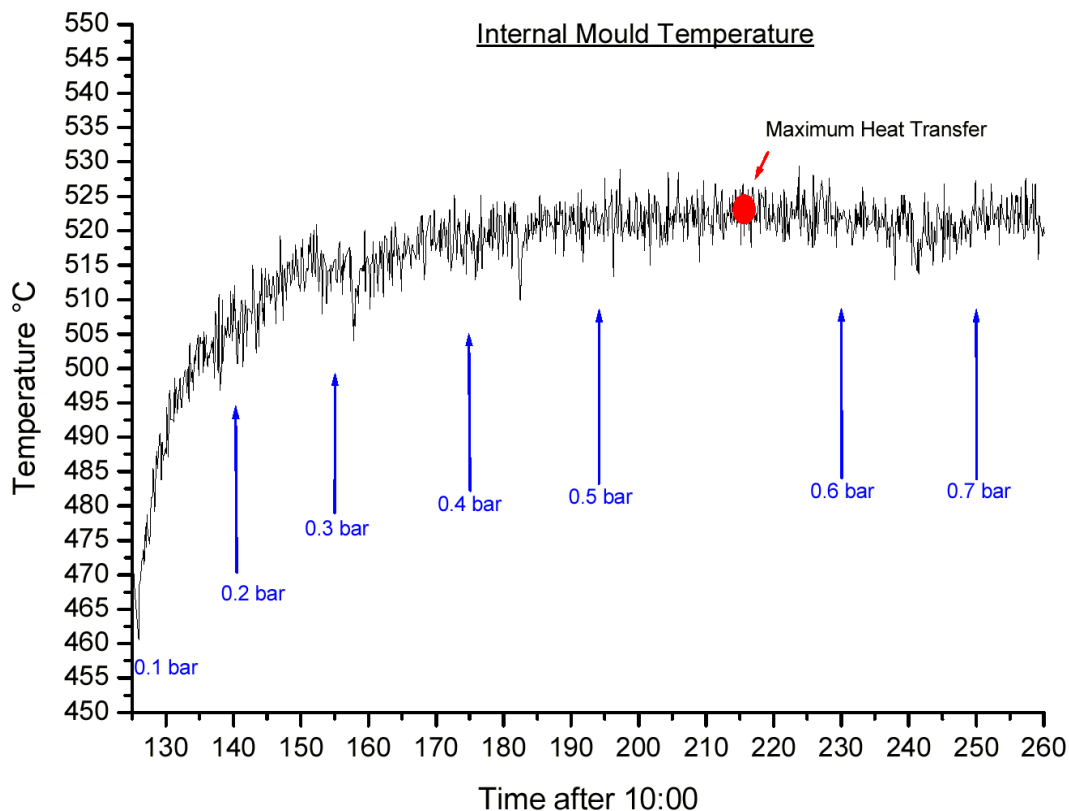


Bild 1: Druckstaffelung – Temperaturmessung an der Forminnenoberfläche.

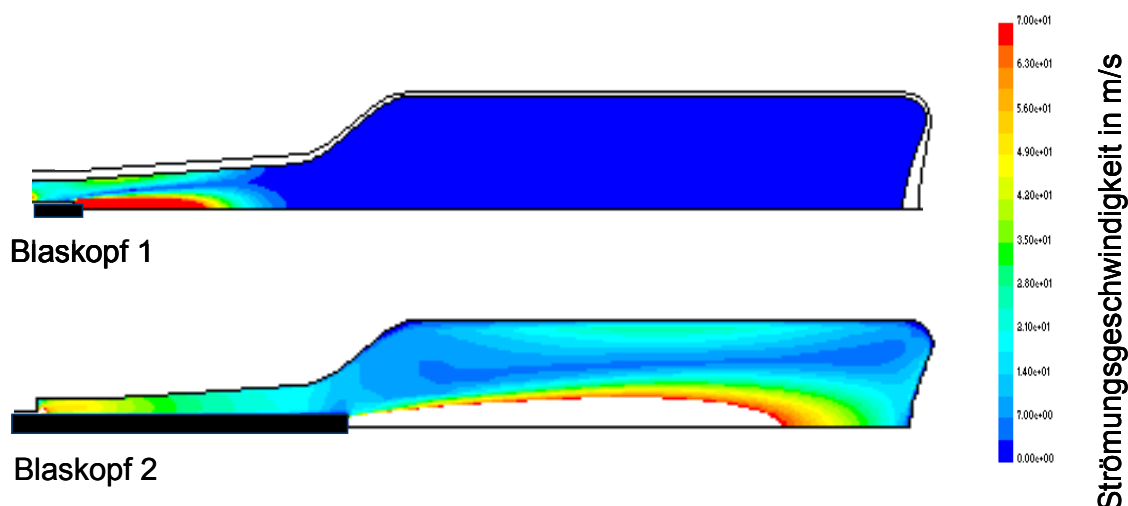


Bild 2: Einfluss der Blasrohrlänge auf die Durchströmung.

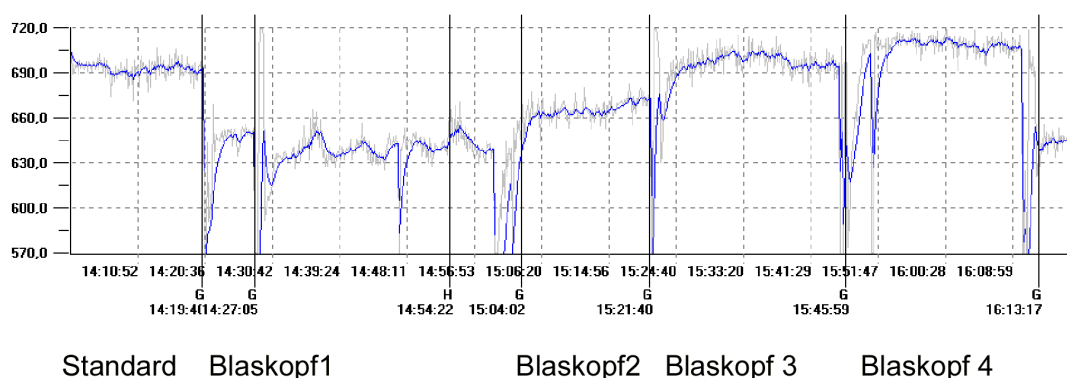


Bild 3: Ermittlung des maximalen Kühleffekts am Behälter – hier Blaskopf 1.

Der über das POD100 durch Messung im Blaskopf ermittelte Mindestanpressdruck wird nun als Referenzdruck für die weitere Vorgehensweise definiert und im Weiteren Verlauf der Optimierung konstant gehalten. Ziel der weiteren Optimierung ist nun die Maximierung des konvektiven Wärmeentzugs. Mittels Flächenanalyse des verwendeten Blaskopfes werden zunächst strömungsrestriktive Bereiche ermittelt und gezielt erweitert. Ferner werden verschiedenen Blasrohrvarianten ausgewählt. Den Einfluss der Blasrohrlänge auf die Durchströmung des Behälters zeigt Bild 2. Die so veränderten Blasköpfe werden anschließend in einer Vergleichsanalyse auf maximale Kühlwirkung mit dem IPMS untersucht.

Mit jedem Wechsel der Blasköpfe ist eine Druckänderung zu erwarten, welche in Bezug auf den in der Druckstaffelung ermittelten Referenzdruck anzupassen ist (Bild 3). Das Ergebnis dieser Methodik ist ein empirisch ermittelter optimaler Anpressdruck für einen idealen Wärmeübergang vom Glas zur Form mit anschließender Erweiterung des Strömungssystems für maximalen konvektiven Wärmeentzug.

Nach einer Druck- und Durchströmungsoptimierung ist in der Regel eine bessere Formstabilität der Behälter die Folge. Aufgrund der erhöhten Kühlung werden Qualitätsparameter wie Achsabweichung und Ovalität deutlich verbessert. Diese geschaffenen Kühlreserven können anschließend in eine Produktionssteigerung umgesetzt werden. Hier dient das IPMS ebenfalls als maßgebliche Informationsquelle. Entsprechend der Temperaturmessung der bestehenden Produktion (Standard) wird die optimierte Einstellung umgesetzt. Unter Überwachung der Behältertemperatur wird dann die Maschinengeschwindigkeit schrittweise erhöht, bis die ursprüngliche Temperatur wieder erreicht ist. Ergebnis ist eine Produktivitätssteigerung auf dem ursprünglichen Temperaturniveau, was eine gleichbleibende Formstabilität des Behälters garantiert.

4. Zusammenfassung

Durch geeignete Blaskopfgestaltung und Auswahl eines richtigen Behälterinnendrucks wird der Wärmeentzug beim Fertigblasprozess in der Hohlglasformgebung signifikant beeinflusst. Das vorhandene Optimierungspotential lässt sich durch eine Durchströmungsanalyse ermitteln und mittels Blasdruck- und Blaskopfoptimierung in eine Produktionserhöhung umsetzen. Die Steam & Glass Technology GmbH hat hierfür ein konzeptionelles Vorgehen entwickelt. Die eingesetzten Werkzeuge sind eine messortspezifische Druckmessung sowie eine pyrometrische Temperaturmessung. Durch die Messsysteme POD100 und IPMS hat die Steam & Glass Technology GmbH die Möglichkeit geschaffen, schnell und effektiv den Produktionsprozess an der IS-Maschine zu beobachten und zu optimieren.

Weiteres Steigerungspotential ergibt sich durch den Einsatz von für Produktgruppen gezielt gestaltete Blasköpfen. Ein neu entwickelter Teleskopblaskopf ermöglicht eine optimierte Bodenkühlung für Enghalsbehälter. Ferner bietet ein Wechsel des Ausblasmediums weiteres Kühlpotential von ca. 10-15°C integraler lokaler Temperaturabsenkung.