Neue Methode zur Zentrierung von Blasformköpfen

Dr.-Ing. **H. Groß**, Groß Kunststoff-Verfahrenstechnik, Roßdorf

Aufgabenstellung

Die Geometrie des Fließkanalspalts im Austrittsbereich eines Blaskopfes ist maßgeblich verantwortlich für die Dickenverteilung des produzierten Hohlkörpers. Sie wird einzig und allein durch die Position des Dorns und der Düse bestimmt. Will man folglich das Optimum an Produktqualität bei möglichst minimierten Produktionskosten erreichen, so benötigt man einen Blaskopf, mit dem die Position der Düse relativ zum Dorn möglichst präzise eingestellt werden kann. Zur Herstellung von unsymmetrischen Formteilen wäre es sogar von Vorteil, wenn sich die Düse während des Austrags des Vorformlings in einfacher Weise feinfühlig verschieben ließe. Natürlich sollte eine geeignete Konstruktion möglichst einfach, betriebssicher, wartungsfrei und auch kostengünstig herstellbar sein.

Aktuelle Situation

Prinzipiell gibt es für die Aufgabenstellung bereits etablierte Lösungen. Die Düsen von Blasköpfen werden zur Zeit entweder mit Hilfe von Zentrierschrauben oder mittels spezieller Schiebesysteme relativ zum Dorn verschoben. Speziell beim Saugblasformen von Schläuchen, die eine Krümmung aufweisen, werden Schiebedüsen (x-y Düsen) verwendet, um den Düsenspalt dynamisch während des Austrags des Vorformlings zu verändern. Diese konventionellen Lösungen erfüllen nur unbefriedigend die eingangs formulierten Anforderungen. Mit den radial angeordneten Zentrierschrauben, die sich nur rein manuell verstellen lassen, können die Düsen nicht präzise und feinfühlig eingestellt werden. Die Reibungskräfte in der Zentrierebene, die beim Verschieben der Düse erst einmal überwunden werden müssen, und die dadurch bedingten großen Steigungen der Gewinde der Zentrierschrauben stehen einer feinfühligen Verstellung im Weg.

Bei den Schiebedüsen, die vorrangig beim Saugblasformen verwendet werden, muss die Düse bei jedem Zyklus relativ zum Kopf verschoben werden. Dies erfolgt senkrecht zu den in der Schiebeebene notwendigen Kräften, die zum Abdichten aufgebracht werden müssen. Teure und aufwendige Hydrauliksysteme sind deshalb notwendig. Wegen der in der Schiebeebene wirkenden großen Normalkräfte lässt sich dabei ein gewisser Verschleiß nicht verhindern.

Neue Lösung zum Zentrieren von Blasköpfen

Der nachfolgend beschriebene Lösungsansatz ist im Grunde nicht neu, da er auf alte bereits realisierte Lösungen aufbaut, bei denen man die Düse zum Verändern der Fließkanalspaltgeometrie nicht mehr relativ zum Kopf verschiebt, sondern bei denen die Düse gekippt wird. Allerdings besitzen die bereits existierenden Lösungen ein aufwendiges mechanisches Kippgelenk [1,2], das sehr präzise gefertigt werden muss, um auch die notwendige Dichtheit zu realisieren. Da bei diesen Konstruktionen eine Relativbewegung von metallischen Oberflächen zueinander auch nicht vermieden werden kann, bleibt natürlich das Verschleißproblem erhalten.

Die neu entwickelte Lösung hält nun an dem Gedanken des Zentrierens mittels einer Kippbewegung fest, verwendet allerdings ein sehr einfaches und kostengünstiges elastisches Kippgelenk statt der bisher bekannten komplexen metallischen Kippgelenke [3,4]. Bild 1 zeigt ein kleines Anschauungs- und Demonstrationsmodell, das erstmals im Oktober 2010 während der Kunststoffmesse in Düsseldorf verwendet worden ist, um die Vorteile der Kipptechnologie zu demonstrieren. Das elastische Kippgelenk befindet sich direkt

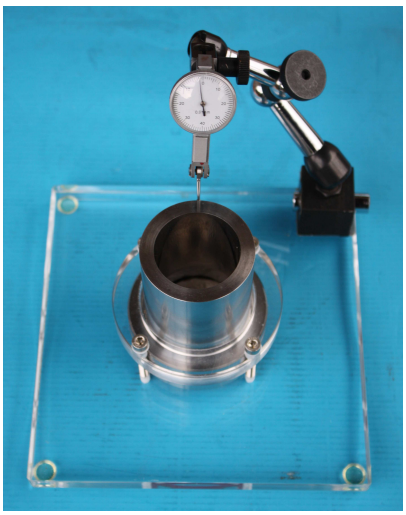

Bild 1 Einfaches Modell zur Demonstration der Vorteile der Kippdüsentechnologie

in der Ebene zwischen der Düse und der Plexiglasplatte, die in dem Modell als Ersatz für die Trennebene des Kopfes dient. Im Prinzip handelt es sich bei dem Kippgelenk um eine Dichtung, die aus einem für diesen Einsatzzweck speziell optimierten Elastomer besteht.

Diese Dichtung übernimmt nun in der Kippdüse eine doppelte Funktion. Erst einmal sorgt sie natürlich für die notwendige Abdichtung der Trennfläche zwischen dem Kopf und der Düse. Dafür wird die Dichtung soweit vorgespannt beziehungsweise gestaucht, dass bei den vorhandenen Extrusionsparametern (Druck und

Temperatur) eine Abdichtung sichergestellt ist. Dabei verbleibt aber in dem Kippgelenk eine Restelastizität, die genutzt wird, um die Düse feinfühlig relativ zum Kopf und damit auch zum Dorn zu kippen. Dies kann konventionell mit einfachen Schrauben erfolgen. Vergleicht man nun diese Lösung mit der konventionellen Zentrierlösung, bei der die Düse mittels radial angebrachter Zentrierschrauben verschoben wird, so ergeben sich bei der Kipplösung deutliche verfahrenstechnische Vorteile, die nachfolgend kurz beschrieben werden.

- Die Kipplösung ermöglicht eine enge Passung zwischen dem Kopf und der Düse, so dass die Düse nur noch zentrisch zum Kopf und zum Dorn montiert werden kann
- Das Vorzentrieren der Düse nach einer Kopfreinigung entfällt damit
- Kippdüsen sind wartungs- und reinigungsfreundlicher
- Die zum Kippen der Düse erforderlichen Kräfte sind gering
- Es können zum Kippen der Düse kleine Schrauben mit Feingewinde verwendet werden
- Es können extrem kleine Verstellungen vorgenommen werden
- Eine vor einer Verstellung vorhandene Position kann wieder reproduziert werden
- Es gibt keinen Verschleiß, da keine metallischen Oberflächen aneinander abgleiten
- Die Fertigungskosten einer Kippdüse sing geringer als die einer konventionellen Düse
- Jeder vorhandene Kopf kann sehr kostengünstig mit einem elastischen Kippgelenk nachgerüstet werden
- Eine Kippdüse kann in einfacher Weise auch mit ansteuerbaren Antrieben ausgerüstet werden
- Zum automatischen Verstellen der Düse können präzise und kostengünstige Schrittmotoren verwendet werden

Der größte Vorteil der Kippdüsentechnologie für das Extrusionsblasformen besteht nun darin, dass sich Köpfe, die mit einem elastischen Kippgelenk ausgerüstet sind, in einfacher Weise automatisch verstellen lassen. Dazu ist es ausreichend, wenn man die Kippbewegung mittels sehr präziser Schrittmotoren ausführt. Schrittmotoren

Bild 2 Umrüstsatz für einen konventionellen Blaskopf mit einem Durchmesser in der Trennebene von 200 mm.

sind sehr kostengünstig, arbeiten aber dennoch extrem präzise, ohne dass eine aufwendige Regelung benötigt wird. Sie sind zudem sehr betriebssicher, absolut wartungsfrei und benötigen extrem wenig Energie. Bild 2 verdeutlicht an einem kompletten Umrüstsatz für einen bestehenden Blaskopf, der mit zwei Schrittmotoren ausgerüstet ist, dass selbst für eine Nachrüstung einer Kippdüse mit einem motorisch betriebenen elastischen Kippgelenk nur wenige einfache mechanische Bauelemente erforderlich sind.

Neue verfahrenstechnische Möglichkeiten

Damit gehören die Zeiten der Vergangenheit an, in denen man beispielsweise bei großen Blasformanlagen zum Optimieren des Schlauchlaufs den Prozess unterbrechen musste, um die Kopfzentrierung optimieren zu können. Auch sind die Zeiten vorbei, in denen unter Verwendung der konventionellen Zentrierschrauben überhaupt nur ein erfahrener Spezialist mit viel Gefühl und mit Hilfe einer Verlängerung den Schlauchlauf optimieren konnte, ohne dabei zu wissen, um wie viel er die Düse jeweils verschoben hat. Bei einer Kippdüse kann man, ohne den Prozess unterbrechen zu müssen, die Düsenposition mit Hilfe von Schrittmotoren problemlos im Mikrometerbereich verändern. Mit der entsprechenden Software geht dies in einfacher Weise vom Bedienmonitor der Anlage aus. Natürlich kann man dabei jede zu irgend einem Zeitpunkt einmal vorhandene Position exakt reproduzieren.

Durch die motorische Verstellung, die natürlich auch eine gesteuerte oder geregelte Düsenbewegung während des Ausstoßes des Vorformlings erlaubt, kann man nun beispielsweise bei der Herstellung nicht symmetrischer technischer Teile den Fließkanalspalt während des Austrags des Vorformlings verstellen. Bild 3 zeigt einen

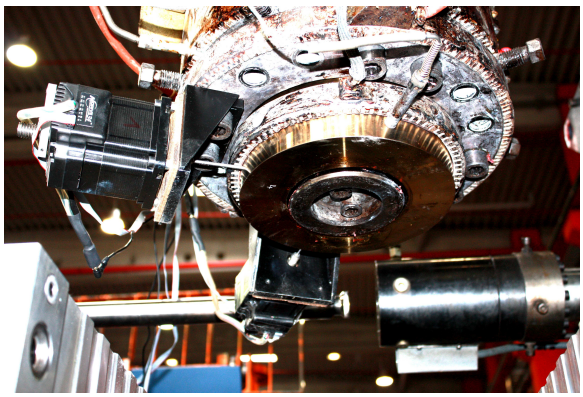

Bild 3 Mit einem elastischen Kippgelenk und mit zwei Schrittmotoren nachgerüsteter Blaskopf während der Erprobung auf der Maschine

Blaskopf, der mit einem elastischen Kippgelenk und mit zwei Schrittmotoren nachgerüstet worden ist. Mit diesem

Kopf kann man die Wanddickenverteilung im Vorformling entsprechend einem im Formteil vorhandenen ungleichmäßigen Verstreckgrad dynamisch optimieren.

Somit erfüllt die Kippdüse gleichzeitig alle Anforderungen, die an eine Schiebedüse gestellt werden. Separate teuere Schiebdüsenkonstruktionen werden damit überflüssig. Jede mit einfachen Schrittmotoren ausgerüstete Kippdüse kann, wann immer es vorteilhaft ist, auch als „Schiebedüse“ eingesetzt werden. Somit werden auch die Zeiten vorbei sein, dass man beispielsweise für das Saugblasverfahren von gekrümmten Schläuchen teure gesonderte Düsenkonstruktionen benötigt. Die Kippdüse ist dabei der konventionellen Schiebedüse in vielerlei Hinsicht überlegen. Nachfolgend werden die Vorteile wiederum stichwortartig beschrieben:

- Die Verstellung erfolgt vollelektrisch
- Zur Verstellung wird keine aufwendige und teuere Regelung benötigt
- Es sind nur geringe Massen zu bewegen, weshalb auch größere Verstellgeschwindigkeiten realisiert werden können
- Beim Kippen der Düse entstehen keine Totstellen im Fließkanal
- Der Kopf besitzt weniger Einzelteile und eine geringere Masse
- Der Kopf lässt sich schneller auf Betriebstemperatur bringen
- Die Schrittmotoren arbeiten präziser als Hydraulikkolben, die über Servoventile geregelt werden
- Es gibt keine Verschleißprobleme an den Werkzeugkomponenten
- Die einfache Konstruktion besteht ausschließlich aus wartungsfreien Komponenten
- Die Kippdüsenkonstruktion ist erheblich bedienungs- und wartungsfreundlicher

Ausblick

Obwohl die Kippdüse die aufgezählten Vorteile gegenüber einer konventionellen Schiebedüse besitzt, liegen die Fertigungskosten für eine Kippdüse erheblich unterhalb derer einer Schiebedüse. Speziell wenn man bei neuen Blaskopfkonstruktionen die konventionelle Zentrierung nicht mehr verwendet, entfallen viele Einzelteile, die momentan für einen Kopf benötigt werden. Blasköpfe werden somit zukünftig aus weniger Einzelkomponenten bestehen und auch im Umfang kleiner werden. Unter Verwendung der Kippdüsentechnologie lässt sich nun der Schlauchlauf viel schneller und präziser einstellen. Durch die damit erzielte Rüstzeitverkürzung erreicht man erst einmal eine Kapazitätserhöhung für die Anlage. Betriebswirtschaftlich aber bedeutsamer ist sicherlich die verbesserte Formteilqualität, die sich mit einer präziseren Düseneinstellung erreichen lässt. Damit direkt verbunden ist natürlich auch eine Einsparung bei den Produktionskosten, da man bessere Dickenverteilungen in den Formteilen erreichen kann. Da die Kosten für eine Kopfnachrüstung sehr moderat sind, ist es durchaus

ratsam darüber nachzudenken, einen vorhandenen Blaskopf nachzurüsten, da sich in vielen Fällen überraschend kurze Amortisationszeiten ergeben.

Literaturverzeichnis

[1] Koetke, C.-D., Schindler, M., Offenlegungsschrift DE 10 2004 028 100 A1; Extrusionsblaskopf, Tag der Anmeldung 09.06.2004

[2] Lang, K., Offenlegungsschrift DE 10 2004 057 974 A1; Extrusionskopf mit Düsenspalteinstellung,, Tag der Anmeldung 30.11.2004

[3] Groß, H., Runddüse: Manuelles Zentrieren wird überflüssig. Zeitschrift Extrusion, VM-Verlag Köln, Volume 16, Seite 22-25

[4] Groß, H., Die Wanddicke über dem Rohrumfang regeln. Zeitschrift Kunststoffe, Carl Hanser Verlag München, 101. Jahrgang, Heft 4/2011, Seite 60-62