

Autor: Dr.-Ing. Heinz Groß, Roßdorf

Kippdüse zur Zentrierung des Blaskopfes und zur Herstellung von gekrümmten Schläuchen

Blasformköpfe, mit denen Vorformlinge ausgetragen werden, sind zumindest im Austragsbereich sehr einfach aufgebaut. Sie besitzen einen runden konischen Dorn und einen ebenfalls konischen runden Außenring bzw. eine konische runde Düse.

Seit man Hohlkörper im Blasformverfahren herstellt wurden bis heute vorrangig die Methoden verbessert, mit denen der Dorn im Kopf befestigt ist. Damit einher ging die Optimierung der Verteilerkanäle, mit denen die Schmelze vom Eintritt in den Kopf möglichst so verteilt wird, dass am Düsenaustritt an jeder Stelle über dem Umfang der Düse der gleiche lokale Massestrom austritt. Die in der Anfangszeit verwendeten Pinolensysteme sind im Lauf der Zeit verfeinert und verbessert worden oder inzwischen bei vielen Blasköpfen von Wendelverteilersystemen komplett verdrängt worden. Nahezu unver-

ändert geblieben ist allerdings die Methode, mit der der Kopf beim Zusammenbau zentriert werden muss. Dementsprechend veraltet mutet auch die technische Lösung an, die nach wie vor weltweit verwendet wird. Solange der Kopf über dem gesamten Umfang für das Bedienpersonal zugänglich ist, besitzt er meist Zentrierschrauben, die beim Einfahren manuell eingestellt werden müssen. Wenn die Zugänglichkeit eingeschränkt ist, wie das häufig bei Mehrfachköpfen der Fall ist, werden ebenfalls mit Stellschrauben betätigte Schieber-systeme eingesetzt, mit denen die Düse ebenfalls wieder manuell relativ zum Kopf verschoben wird. Dies ist in einer Zeit, in der man Fertigungsprozesse möglichst automatisiert, sicherlich keine Lösung, die die generelle Aufgabenstellung, die für das Zentrieren existiert, in überzeugender Form erfüllt.

Anforderungsprofil für eine Zentrierlösung

Das Anforderungsprofil für eine ideale konstruktive Lösung ist einfach zu formulieren. Optimal wäre es, wenn der Kopf so gestaltet wäre, dass man die Düse nur noch in zentrierter Form auf den Kopf aufspannen kann und dass man direkt, nachdem die Düse an den Kopf angeflanscht und der Kopf aufgeheizt ist, ohne jegliche Unterbrechung den Prozess bzw. die Anlage starten kann. Praktiker werden an dieser Stelle allerdings geneigt sein Bedenken anzumelden, da man meist, um einen optimalen Schlauchlauf zu erhalten, die Düse geringfügig dezentrieren muss. In der Praxis ist selbst bei einer ideal zentrierten Düse der Schlauchlauf meist nicht befriedigend. Folglich muss man doch wieder manuell eingreifen. Diese Aussage stimmt natürlich. Aber auf jeden Fall würde

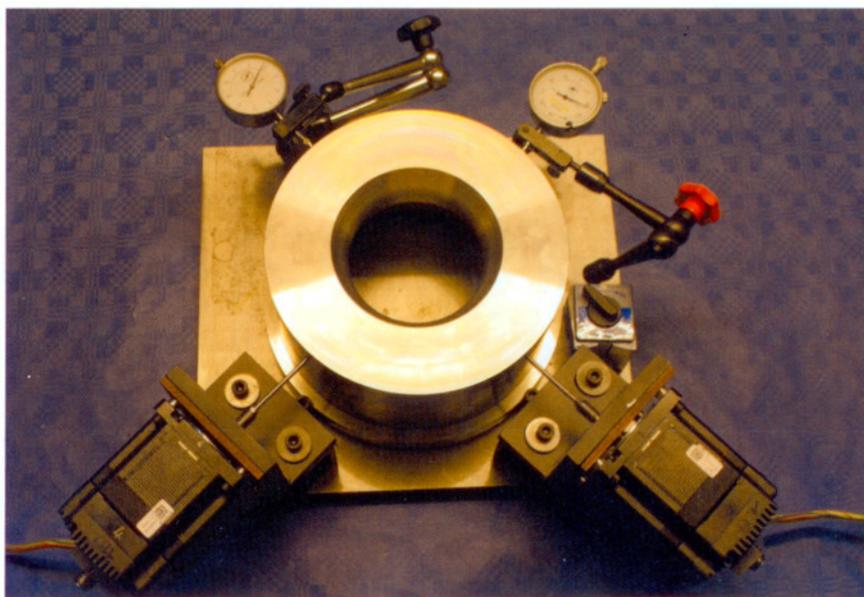


Bild 1:
Zu Testzwecken auf eine flache Grühplatte aufgespannte Kippdüse (Eintrittsdurchmesser 200 mm) mit zwei linearen Schrittmotoren und zwei Messuhren zur Ermittlung der Kippbewegung

man erst einmal Anlagenzeit einsparen, da mit einem konstruktiv bedingten, zwangsweise zentrierten Zusammenbau des Kopfes zumindest einmal das heute meist übliche Vorzentrieren entfallen würde. Um den Anforderungen aus der Praxis gerecht werden zu können, muss man das Anforderungsprofil folglich durch die Forderung ergänzen, dass trotz des zentrierten Zusammenbaus der Fließkanalspalt am Austritt der Düse feinfühlig verstellbar sein muss, um auf vorhandene geringfügige Unzulänglichkeiten der lokalen Austrittsgeschwindigkeiten der Schmelze über dem Umfang des Kopfes reagieren zu können. Da in der Praxis, unter der Voraussetzung einer zentrierten Düse, meist nur geringfügige Korrekturen des Düsenspalts erforderlich sind, sollte die Verstelllösung dem natürlich auch Rechnung tragen. Weiterhin ist es wünschenswert, dass möglichst jeder einmal im Zuge der Spaltoptimierung eingestellte Zustand wieder reproduziert werden kann. Natürlich darf bei der Formulierung des Anforderungsprofils, speziell in der heutigen Zeit, in der manchmal übertrieben vorrangig auf die Kosten geschaut wird, nicht fehlen, dass die Fertigungskosten möglichst gering sein sollten.

Aktuelle Lösung

Überprüft man nun die aktuelle Lösung bezüglich des formulierten Anforderungsprofils, so muss man feststellen, dass es mit der zur Zeit verwendeten technischen Lösung nicht annähernd erfüllt wird. Die Verwendung von Zentrierschrauben oder von Zentrierschiebern erlaubt keine zentrische Passung zwischen dem Kopf und der Düse. Die Folge ist, dass die Düse vor dem Anfahren entweder vorzentriert werden muss, oder aber während des Anfahrens der Anlage eingestellt werden muss. Im ersten Fall führt das zu unnötigen Anlagenstillstandszeiten. Im zweiten Fall wird während der Zeit des Einstellens zusätzlich noch Abfall produziert. In beiden Fällen wird natürlich darüber hinaus auch entsprechend qualifiziertes Personal benötigt.

Die technischen Möglichkeiten, die das Anlagenpersonal zur Zeit besitzt, sind ebenfalls alles andere als überzeugend. Da man zum Abdichten der Zentrierebene zwangsläufig gewisse Normalkräfte benötigt, müssen die Zentrierschrauben entsprechend groß dimensioniert werden. Große Schrauben haben nun aber auch eine relativ große Steigung, was

einer feinfühligsten Einstellbarkeit entgegen steht. Das Problem der fehlenden feinfühligsten Einstellbarkeit wird noch verstärkt, da man beim Verschieben der Düse erst einmal das Losreißmoment in der Zentrierebene überwinden muss. Dies führt dazu, dass das genaue Maß, um das die Düse im Einzelfall tatsächlich verschoben worden ist, unbekannt bleibt. Man schafft es aus diesem Grund mit der vorhandenen Technik auch nicht, eine einmal vorhandene Einstellung wieder zu reproduzieren. Diese Tatsache ist verantwortlich dafür, dass man bereits vor Erreichen der optimalen Einstellung das Zentrieren einstellt, da bei einer weiteren Optimierung befürchtet werden muss, dass die Situation nach der Verstellung schlechter geworden ist, als sie vor der Verstellung war. Eine weitere Schwachstelle der aktuellen Lösung besteht darin, dass man, wenn die Unzulänglichkeiten in der lokalen Austrittsgeschwindigkeit durch Dezentrieren beseitigt sind, zwangsläufig zwei Totstellen im Fließkanal, nämlich in der Trennebene zwischen dem Kopf und der Düse, erzeugt hat.

Neue Lösung zum Dezentrieren eines Blaskopfes

Natürlich gab es auch im Bereich der Zentrierung immer wieder Ansätze, das Problem auf eine andere hoffentlich bessere Art zu lösen.



Bild 2:
Blasformkopf einer Produktionsmaschine, der mit einer Kippdüse nachgerüstet worden ist
(Werkbilder: Dr. Ing. Heinz Groß
Kunststoff-Verfahrenstechnik, Roßdorf)

So ist beispielsweise in der Patentliteratur eine Blaskopfkonstruktion zu finden [1], bei der die Düse nicht verschoben, sondern gekippt wird. Allerdings handelt es sich dabei um eine Konstruktion, bei der speziell das verwendete Kippgelenk eine sehr präzise und wohl auch nicht ganz kostengünstige Fertigung erfordert. Allgemein durchgesetzt hat sich dieser Lösungsansatz jedenfalls nicht. Die neue Lösung greift die Idee, ein Kippgelenk zu verwenden, wieder auf. Geändert wird nur die Form und Gestaltung des Kippgelenks. Statt des aufwändig zu fertigenden mechanischen Kippgelenks wird ein extrem günstiges elastisches Kippgelenk eingesetzt. Zum Kippen der Düse werden zwei Schrittmotoren in Linearausführung in 90 Grad Anordnung an den Kopf angeschraubt. Auf Grund der kleinen Schrittweite und der zusätzlichen Übersetzung mittels eines Schneckengetriebes können die Antriebe Verstellungen um 0,001 mm mit höchster Präzision ausführen. Damit ist man auch in der Lage, jeden vorher einmal vorhandenen Zustand wieder exakt zu erreichen.

Da mit Verwendung eines Kippgelenks, die Düse nicht mehr relativ zum Kopf verschoben werden muss, kann man nun eine enge Passung zwischen der Düse und dem Kopf vorsehen, so dass die Düse beim Montieren automatisch zentrisch zum Kern sitzt. Prinzipiell kann man jeden bestehenden Blasformkopf mit relativ geringem Aufwand mit einer motorisch betriebenen Kippmöglichkeit nachrüsten. Bild 1 zeigt einen Nachrüstsatz für einen Blasformkopf im Labortestaufbau.

Vorteile durch die Verwendung einer Kippdüse

Bei Verwendung einer Kippdüse (Bild 2) entfällt das Vorzentrieren des Kopfes. Das Optimieren des Schlauchlaufs kann zielgerichteter und genauer ausgeführt werden.

Die Benutzung von Verlängerungen zum Verstellen der Zentrierschrauben und die damit verbundene Verletzungsgefahr fallen weg. Zudem muss man häufig beim konventionellen Zentrieren den Prozess unterbrechen. Speziell bei größeren Anlagen wird, um den Kopf zu zentrieren, das Schutzgitter geöffnet, damit ein Mitarbeiter, meist auch noch zwischen die geöffnete Form, in die Anlage klettern kann, um den Kopf überhaupt einstellen zu können. Neben dem Sicherheitsaspekt ergeben sich somit weitere Einsparungen, da nach einer Prozessunterbrechung erst ein stationärer Betriebszustand erreicht werden muss, damit die Produktion wieder neu aufgenommen werden kann. Bei einer motorischen Verstellung entfällt das natürlich. Mit einer Kippdüse sollte man auch eine präzisere Spalteinstellung am Blaskopf erreichen, womit letztendlich auch die Dickenverteilung im fertigen Teil verbessert wird. Somit werden nicht nur Personalkosten und Anlagenkosten, sondern auch Materialkosten durch die Verringerung des Anfahrabfalls eingespart. Noch vorteilhafter ist natürlich die Verwendung der Kippdüse als „Schiebedüsenersatz“ zur Herstellung von gekrümmten Schläuchen. Die Kippdüse löst erst einmal das bei konventionellen Schiebedüsen vorhandene Verschleißproblem im Bereich der Dichtebene. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht noch bedeutender ist aber wohl, dass die Kippdüse viel kostengünstiger herzustellen ist, da je nach Kopfgeometrie die Kräfte, die notwendig sind, um die Düse zu kippen, meist erheblich geringer sind, als die Kräfte, die man aufbringen muss, um eine Schiebedüse zu verschieben. Aus diesem Grund kann man bei der Kippdüse anstatt der teuren Servoventile und der Hydraulikkolben einfache und wartungsfreie Schrittmotoren einsetzen. Bei Verwendung von elektrischen Blasformanlagen, die

immer häufiger zum Einsatz kommen, entfällt auch noch das Hydraulikaggregat.

Fazit

Prinzipiell kann jeder vorhandene Blaskopf in relativ einfacher Weise mit einem elastischen Kippgelenk nachgerüstet werden. Die Kosten für eine Nachrüstung variieren natürlich je nach Größe und konstruktiver Ausführung des jeweiligen Kopfes, der umgerüstet werden soll. Sie liegen für ein komplett funktionsfähiges System mit zwei Stellantrieben und mit einer eigenen dezentralen Steuerung in der Regel unterhalb eines fünfstelligen Euro-Bereichs. Natürlich differiert der betriebswirtschaftliche Nutzen erheblich, abhängig davon, ob die Kippdüse lediglich dazu benutzt wird, um den Schlauchlauf schneller und präziser einzustellen, oder ob sie auch während des Austrags des Vorformlings zyklisch gekippt wird, um den Vorformling in seiner radialen Wanddickenverteilung zu optimieren. Am größten ist der Nutzen sicherlich im Bereich des Blasformens von Schläuchen, die eine Krümmung aufweisen, da dabei das Kippgelenk gleichzeitig zum statischen Zentrieren und zum dynamischen Profilieren der Wanddicke des Vorformlings genutzt werden kann, und da die Kippdüse absolut wartungs- und verschleißfrei arbeitet. Letztendlich ist es natürlich von vielen individuellen innerbetrieblichen Einzelfaktoren abhängig, mit welchen Amortisationszeiten man rechnen kann. Eine genaue Ermittlung des zu erwartenden betriebswirtschaftlichen Nutzens ist folglich nur möglich, wenn man sich für seinen konkreten Anwendungsfall ein Angebot zum Nachrüsten einer Kippdüse unterbreiten lässt.

Literatur

1. Offenlegungsschrift DE 10 2005 026 726 A1; Extrusionsblaskopf, Anmeldetag 09.06.2005