

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50465/2015

(22) Anmeldetag: 08.06.2015

(45) Veröffentlicht am: 15.03.2017

(51) Int. Cl.: **G01N 11/08** (2006.01)

G01N 33/44 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:

DF 19848687 A1

US 5357784 A

(73) Patentinhaber:

Universität Linz

4040 Linz (AT)

(72) Erfinder:

Miethlinger Jürgen Dipl.Ing. Dr. MBA

4851 Gampern (AT)

Löw-Baselli Bernhard Mag.

4320 Perg (AT)

Luger Hans Jürgen Dipl.Ing.

4020 Linz (AT)

(74) Vertreter:

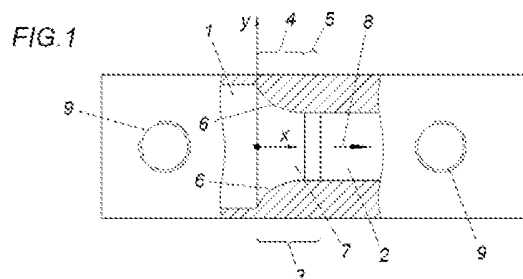
HÜBSCHER H. DIPL.ING., HELLMICH K. W.

DIPL.ING.

LINZ

(54) **Messdüse zur Bestimmung der Dehnviskosität von Polymerschmelzen**

(57) Es wird eine Messdüse zur Bestimmung der Dehnviskosität von Polymerschmelzen während ihrer Verarbeitung mit einem einen rechteckigen Querschnitt aufweisenden Strömungskanal beschrieben, der zwischen einem Einlaufabschnitt (1) und einem Auslaufabschnitt (2) jeweils konstanten Querschnitts einen Übergangsabschnitt (3) aufweist, der sich zwischen zwei einander gegenüberliegenden Kanalwänden (6, 7) in Strömungsrichtung (10) hyperbolisch verjüngt. Um vorteilhafte Messbedingungen zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass der Übergangsabschnitt (3) eine einlaufseitige Zone (4), in der sich der gegenseitige Abstand der beiden Kanalwände (8, 9) zwischen den beiden hyperbolischen Kanalwänden (6, 7) in Strömungsrichtung (10) stetig verringert, und eine daran anschließende auslaufseitige Zone (5) umfasst, in der zwei der einander paarweise gegenüberliegenden Kanalwände (6, 7 bzw. 8, 9) zueinander parallel verlaufen, während die beiden zwischen den parallelen Kanalwänden (6, 7) angeordneten Kanalwände (8, 9) in Strömungsrichtung (10) hyperbolisch konvergieren.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Messdüse zur Bestimmung der Dehnviskosität von Polymerschmelzen während ihrer Verarbeitung mit einem einen rechteckigen Querschnitt aufweisenden Strömungskanal, der zwischen einem Einlaufabschnitt und einem Auslaufabschnitt jeweils konstanten Querschnitts einen Übergangsabschnitt aufweist, der sich zwischen zwei einander gegenüberliegenden Kanalwänden in Strömungsrichtung hyperbolisch verjüngt.

[0002] Eine Bestimmung der Dehnviskosität mithilfe von Druckfühlern, die einer Verjüngung eines Strömungskanals einer Messdüse vor- und nachgeordnet sind, setzt eine konstante mittlere Dehnrate der Polymerschmelze im Verjüngungsabschnitt des Strömungskanals voraus. Zu diesem Zweck ist es bekannt (US 5 357 784 A, US 6 220 083 B1), eine Messdüse mit einem Einlaufabschnitt und einem Auslaufabschnitt jeweils konstanten Querschnitts und mit einem den Einlaufquerschnitt auf den Auslaufquerschnitt verjüngenden Übergangsabschnitt vorzusehen, der zur Ausbildung der Verjüngung zwei einander gegenüberliegende Kanalwände mit einem hyperbolischen Verlauf, im Übrigen aber einen rechteckigen Querschnitt zwischen den konvergierenden Kanalwänden und den diese konvergierenden Kanalwände miteinander verbindenden, zueinander parallel verlaufenden Kanalwänden aufweist. Bedingt durch diese Geometrie des Übergangsabschnitts zwischen dem Einlauf- und dem Auslaufabschnitt der Messdüse kann eine weitgehend konstante mittlere Dehnungsrate für die Polymerschmelze sichergestellt werden, allerdings mit dem Nachteil eines vergleichsweise geringen Druckabfalls, was bei höheren Anforderungen an die Messgenauigkeit eine hohe Ansprechempfindlichkeit der eingesetzten Druckfühler erfordert. Abgesehen davon, dass solche Druckfühler über in die Messdüse gebohrte Messkapillaren an die Einlauf- und Auslaufabschnitte des Strömungskanals angeschlossen werden, was die Gefahr von Anlagerungen in diesen Messkapillaren mit sich bringt, können handelsübliche Druckfühler den Anforderungen an die Messgenauigkeit kaum genügen.

[0003] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Messdüse zur Bestimmung der Dehnviskosität von Polymerschmelzen so auszubilden, dass trotz des Einsatzes handelsüblicher Druckfühler eine ausreichende Messgenauigkeit gewährleistet werden kann.

[0004] Ausgehend von einer Messdüse der eingangs geschilderten Art löst die Erfindung die gestellte Aufgabe dadurch, dass der Übergangsabschnitt eine einlaufseitige Zone, in der sich der gegenseitige Abstand der beiden Kanalwände zwischen den beiden hyperbolischen Kanalwänden in Strömungsrichtung stetig verringert, und eine daran anschließende auslaufseitige Zone umfasst, in der zwei der einander paarweise gegenüberliegenden Kanalwände zueinander parallel verlaufen, während die beiden zwischen den parallelen Kanalwänden angeordneten Kanalwände in Strömungsrichtung hyperbolisch konvergieren.

[0005] Durch die Aufteilung des Übergangsabschnitts in eine einlaufseitige Zone, in der von den einander paarweise gegenüberliegenden Kanalwänden ein Paar in Strömungsrichtung hyperbolisch und unter Einhaltung der Strömungsbedingungen für eine konstante mittlere Dehnungsrate das andere Paar stetig konvergieren, und einer daran anschließenden auslaufseitigen Zone, in der ebenfalls ein Paar der einander paarweise gegenüberliegenden Kanalwände hyperbolisch konvergiert, während das andere Paar einen konstanten gegenseitigen Abstand aufweist, wird eine Verlängerung des Strömungsabschnitts ermöglicht, in dem eine konstante mittlere Dehnrate vorherrscht. Dies führt zu einer Vergrößerung des Druckverlusts, auf dessen Basis die Dehnviskosität berechnet wird, womit die konstruktiven Voraussetzungen zum Einsatz handelsüblicher Druckfühler geschaffen wird, die trotz einer mäßigen Ansprechempfindlichkeit in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Messdüse höhere Anforderungen an die Messgenauigkeiten erfüllen können.

[0006] Die geometrischen Voraussetzungen für eine erfindungsgemäße Messdüse erlauben den unmittelbaren Anschluss handelsüblicher Druckfühler zumindest an den einlaufseitigen Abschnitt des Strömungskanals über ein Anschlussgewinde. Begrenzen die parallelen Kanalwände der auslaufseitigen Zone des Übergangsabschnitts die Breite des Strömungskanals, sodass sich nach der Verjüngung der Kanalbreite in der einlaufseitigen Zone keine Änderung

der Breite des Strömungskanals mehr ergibt, so können auch im auslaufseitigen Abschnitt der Messdüse unter Vermeidung von Messkapillaren handelsübliche Druckfühler unmittelbar an den Strömungskanal angeschlossen werden.

[0007] In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

[0008] Fig. 1 eine erfindungsgemäße Messdüse zur Bestimmung der Dehnviskosität von Polymerschmelzen in einer schematischen, zum Teil aufgerissenen Draufsicht,

[0009] Fig. 2 diese Messdüse in einem Schnitt nach der Linie II-II der Fig. 1 und

[0010] Fig. 3 den Übergangsabschnitt zwischen dem Einlauf- und dem Auslaufabschnitt der Messdüse in einem Längsschnitt in einem größeren Maßstab.

[0011] Die dargestellte Messdüse bildet einen Strömungskanal für eine Polymerschmelze, der einen beispielsweise an einen Extruder anschließbaren Einlaufabschnitt 1 und einen Auslaufabschnitt 2 sowie einen Übergangsabschnitt 3 zwischen dem Einlauf und Auslaufabschnitt 1, 2 umfasst. Der Strömungsquerschnitt ist über die Düsenlänge durchgehend rechteckig. Im Übergangsabschnitt 3 wird der Strömungsquerschnitt des Einlaufabschnitts 1 auf den gegenüber dem Einlaufabschnitt 1 sowohl in der Breite als auch in der Höhe verringerten Querschnitt des Auslaufabschnitts 2 verringert, und zwar unter Strömungsbedingungen, die eine konstante mittlere Dehnungsrate im Übergangsabschnitt 3 sicherstellen. Zu diesem Zweck ist der Übergangsabschnitt 3 in eine einlaufseitige Zone 4 und eine auslaufseitige Zone 5 mit jeweils unterschiedlicher geometrischer Form unterteilt. In der einlaufseitigen Zone 4 konvergieren zwei Kanalwände 6, 7 der einander paarweise gegenüberliegenden Kanalwände 6, 7 und 8, 9 hyperbolisch, während der gegenseitige Abstand der Kanalwände 8, 9 des anderen Kanalwandpaares in Strömungsrichtung 10 stetig, vorzugsweise linear, abnimmt. Um in der einlaufseitigen Zone 4 eine konstante mittlere Dehnungsrate zu erhalten, muss die Breite y eines Rechteckquerschnitts an der Stelle x in Düsenlängsrichtung der Bedingung

$$y = C/(a + k_1 \cdot x) \cdot z$$

genügen, wobei C , a und k_1 von Strömungsbedingungen abhängigen Konstanten darstellen und z die halbe Höhe des Querschnitts an der Stelle x bedeutet. Bei einer linearen Abnahme der Höhe ergibt sich $z = H/2 - k_2 \cdot x$, wenn von einer mittigen x -Achse und einer Höhe H des Querschnitts des einlaufseitigen Abschnitts 1 und einer Steigung k_2 für die Neigung der betreffenden Kanalwand 8, 9 gegenüber der Düsenachse ausgegangen wird, wie dies in den Fig. 1 und 3 angedeutet ist.

[0012] In der anschließenden, auslaufseitigen Zone 5 wird zur Aufrechterhaltung einer konstanten mittleren Dehnungsrate ein Paar der Kanalwände 6, 7 bzw. 8, 9 parallel geführt, während das andere Paar nach einer hyperbolischen Funktion in Strömungsrichtung 10 konvergiert. Im Ausführungsbeispiel konvergieren die die Höhe des Strömungskanals bestimmenden Kanalwände 8, 9, sodass sich durch diese Kanalverjüngung im Bereich der Zone 5 keine Verringerung der Kanalbreite ergibt. Dieser Umstand erlaubt es, handelsübliche Druckfühler nicht nur im Bereich des Einlaufabschnitts 1, sondern auch im Bereich des Auslaufabschnitts 2 unmittelbar an den Strömungskanal anzuschließen. Im Ausführungsbeispiel wird dies durch Anschlussbohrungen 11, 12 angedeutet.

[0013] Aufgrund der besonderen geometrischen Form der Messdüse wird im Vergleich zu bekannten Messdüsen der Längenbereich des Übergangsabschnitts 3 vergrößert, in dem eine konstante mittlere Dehnungsrate als Voraussetzung für die Bestimmung der Dehnviskosität von Polymerschmelzen aufrechterhalten werden kann. Die damit einhergehende Vergrößerung des Druckabfalls macht die Messdüse empfindlicher, sodass auch mit handelsüblichen Druckfühlern ausreichend genaue Messergebnisse erhalten werden können.

Patentansprüche

1. Messdüse zur Bestimmung der Dehnviskosität von Polymerschmelzen während ihrer Verarbeitung mit einem einen rechteckigen Querschnitt aufweisenden Strömungskanal, der zwischen einem Einlaufabschnitt (1) und einem Auslaufabschnitt (2) jeweils konstanten Querschnitts einen Übergangsabschnitt (3) aufweist, der sich zwischen zwei einander gegenüberliegenden Kanalwänden (6, 7) in Strömungsrichtung (10) hyperbolisch verjüngt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Übergangsabschnitt (3) eine einlaufseitige Zone (4), in der sich der gegenseitige Abstand der beiden Kanalwände (8, 9) zwischen den beiden hyperbolischen Kanalwänden (6, 7) in Strömungsrichtung (10) stetig verringert, und eine daran anschließende auslaufseitige Zone (5) umfasst, in der zwei der einander paarweise gegenüberliegenden Kanalwände (6, 7 bzw. 8, 9) zueinander parallel verlaufen, während die beiden zwischen den parallelen Kanalwänden (6, 7) angeordneten Kanalwände (8, 9) in Strömungsrichtung (10) hyperbolisch konvergieren.
2. Messdüse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die parallelen Kanalwände (6, 7) der auslaufseitigen Zone (5) des Übergangsabschnitts (3) die Breite des Strömungskanals begrenzen.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

FIG.1

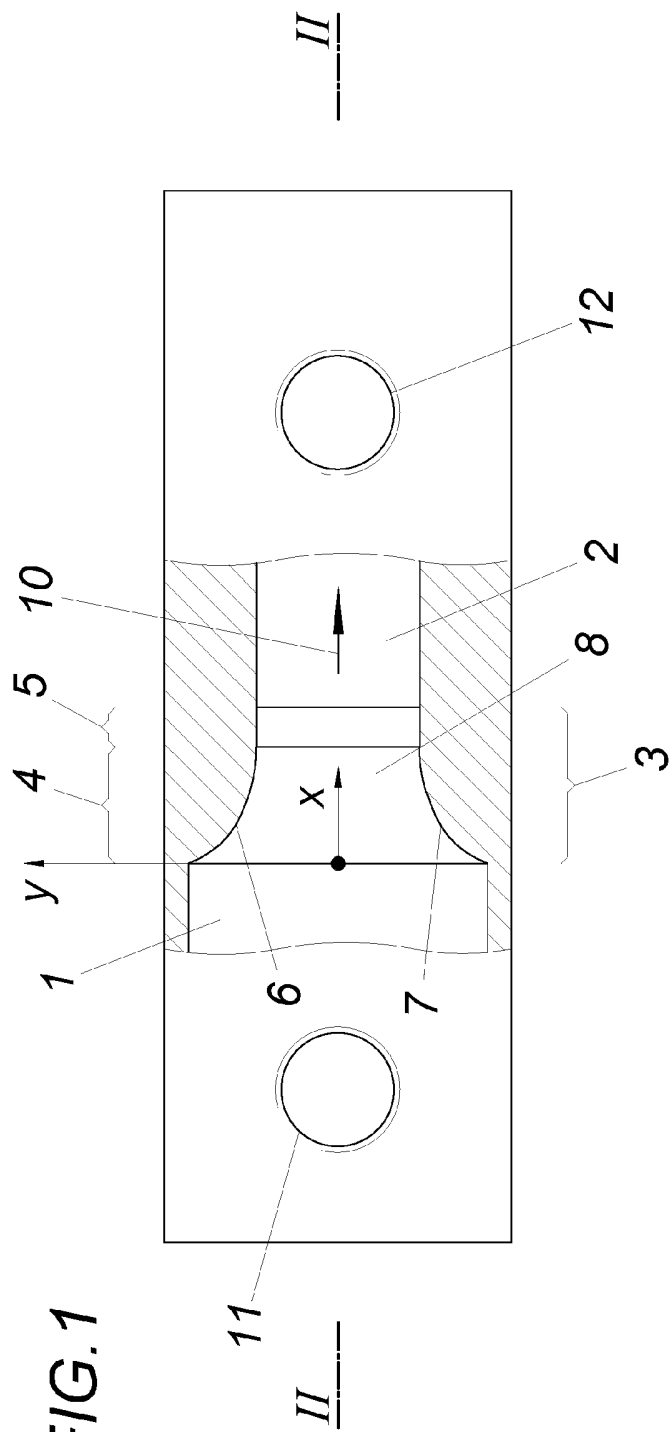


FIG.2

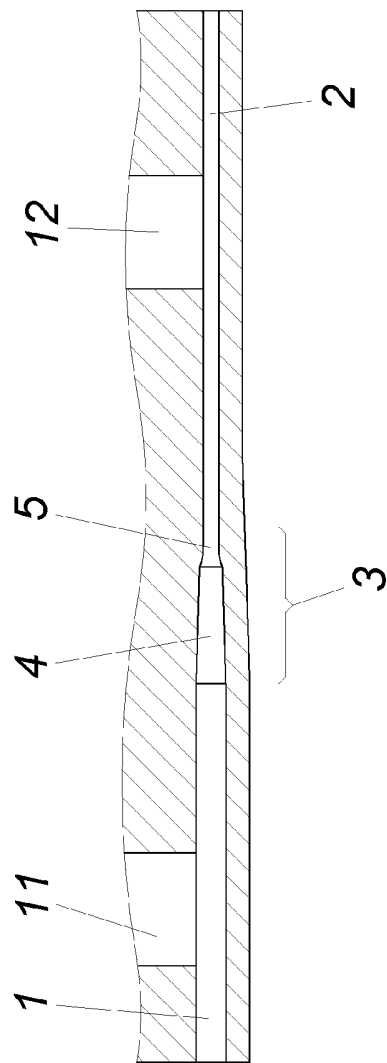


FIG.3

