

**Wirtschaftspatent**

ISSN 0433-6461

(11)

0152 307Erteilt gemaeß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes
zum PatentgesetzInt.Cl.³

3(51) B 29 F 3/02

B 29 F 1/02

B 29 B 1/04

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

21) WP B 29 F/ 223 159 (22) 07.08.80 (44) 25.11.81

71) siehe (72)

72) RICHTER, GERHARD;DD;

73) siehe (72)

74) GERD WYSTEMP, VEB KOMBINAT UMFORMTECHNIK „HERBERT WARNKE“ ERFURT, ERS,
9048 KARL-MARX-STADT, PAUL-GRUNER-STR. 56, PSF 65 3/654**54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HOMOGENISIERUNG VON POLYMERSCHMELZEN**

57)Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Homogenisierung von Polymerschmelzen auf Extrudern oder auf Spritzgiessmaschinen. Ziel der Erfindung ist es, die Homogenisier- und Fließbedingungen von Polymeren durch ein dynamisches Verfahren mit geringem Energieaufwand zu ermöglichen. Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines Antriebes, mit dem eine zusätzliche pulsierende Axialbewegung zur Rotationsbewegung der Schnecke erreicht wird. Geloest wird die Aufgabe dadurch, dass die Homogenisierung und die fuer eine stabile Stroemung eines Polymeren dosiert einzuspeisende Schererwaermung durch eine zusätzliche mit der Drehbewegung der Schnecke synchronisierte und pulsierende Axialbewegung erreicht wird, dass die vor dem Kolben angestaute Schmelze mit einer auf die Foerdergeschwindigkeit abgestimmte Pulsationsfrequenz komprimiert wird.

Verfahren und Vorrichtung zur Homogenisierung von Polymerschmelzen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Homogenisierung von Polymerschmelzen auf Extrudern mit einer zur Förderung und Plastizierung drehbaren Schnecke oder auf Spritzgießmaschinen mit zusätzlicher Einspritzung und einer drehbaren und axial bewegbaren Schnecke, die vorzugsweise mit einem gekoppelten Mischtorpedo versehen ist und an deren entgegengesetzten Ende sich ein mit dem Kompressionszylinder in Wirkverbindung stehender zylindrischer Kolben anschließt.

Charakteristik der bekannten technischen Lösung

Beim Extrudieren und Spritzgießen wird der Polymerwerkstoff als Granulat aufgegeben und zum Teil durch äußere Wärmezufuhr und hauptsächlich durch Reibungswärme während des Förderens zur Düse in den viskoelastischen Zustand versetzt, beim Extrudieren zu strangförmigen Material geformt und beim Spritz-

gießen in einen fest geschlossenen Formhohlraum gepreßt, wobei die Schnecke im Einspritzvorgang als Kolben wirkt. Da die Plastizierung nicht schlagartig gelingt, muß der Schnecke eine bestimmte Länge zugeordnet werden, z.B. 16D. Die Länge bringt es mit sich, daß beim Plastizieren ein hoher Widerstand durch Druck und Scherung überwunden werden muß, wobei oft nahe oder bei beginnender Zersetzungstemperatur gearbeitet werden muß, um ein Fließen zu ermöglichen. In der Kompressionszone, in der sich die Masse in einem Zustand zwischen fest und plastisch befindet und diese aus einem größeren in einen kleineren Materialquerschnitt überführt wird, verringert zunehmender Scherwiderstand den Materialdurchsatz und erhöht den Energiebedarf durch das Auftreten hoher Druckverluste, die sich in Wärme umsetzen. Soweit die Masse noch nicht entsprechend verformbar ist, wird der Weitertransport durch den Widerstand noch sehr zäher Masse gegen die Querschnittsform erschwert oder sogar unterbunden. Für eine einwandfreie, leichte und saubere Schmelzföhrung zur Erzielung von Produkten gleichmäßig hoher Qualität sind für scherempfindliche Massen, u.a. Polyolefine, nur Schnecken mit geringem Kompressionsverhältnis, d.h. größerer Gangtiefe der Meteringzone geeignet. Andererseits können aber bei niedrigen Kompressionsverhältnissen ungleichmäßiger Durchsatz und Lufteinschlüsse auftreten. Schnecken mit einer übergroßen und tiefen Meteringzone ergeben zwar bei niedrigen Temperaturen einen höheren Ausstoß, zugleich erhält man aber eine unzulängliche Schmelzeshomogenität. Um eine gute Schmelzeshomogenität und gleichmäßige Schmelztemperatur und insbesondere Verteilung von Farbkonzentraten zu erreichen, können geeignete Mischvorrichtungen vorgesehen werden. In bekannten Ausführungen werden Mischstifte u.dgl. in der Meteringzone der Schnecke aber auch Scherelemente verwendet oder eine allgemeine Dreizonenschnecke im Abschnitt der Meteringzone mit einem entsprechenden Mischteil gekoppelt, das ein Aufreißen der evtl. vorhan-

denen Feststoffseele bei mäßiger Schererwärmung des Materials mit nachfolgendem Mischen ermöglicht. Die praktischen Erfahrungen mit Plastizierschnecken zeigen, daß mit höheren Drehbewegungen und zunehmender Fördergeschwindigkeit bzw. Materialdurchsatz die notwendige Schubverformung auch bei entsprechend ausgebildeter Mischzone der Schnecke nicht mehr ausreicht, daß bei Einmischen von Farbpartikel oder Materialmodifikatoren eine gute stoffliche Homogenität erzielt wird.

Bekannt ist eine Schnecken-Spritzgießmaschine (DE-AS 1140340) zur Verarbeitung thermoplastischer Kunststoffe mit einer zur Förderung und Plastizierung drehbaren und zur Einspritzung axial bewegbaren Schnecke oder mit einer zur Förderung und Plastizierung drehbaren Schnecke und mit einem zur Einspritzung axial bewegbaren Kolben, mit einer der Schnecke unabhängig von deren Drehbewegung eine pulsierende Axialbewegung (Vibration) aufzwingende Antriebsvorrichtung, die so einstellbar ist, daß Frequenz und Amplitude der pulsierenden Axialbewegung den jeweiligen Gegebenheiten des Spritzbetriebes anpaßbar ist. Nachteilig ist bei dieser Schneckenspritzgießmaschine, daß sich eine bei optimaler Frequenz der aufgetragenen mechanischen Schwingungen, die von dem gegebenen Strömungsverlauf und den zu verarbeitenden viskoelastischen Massen abhängig ist und durch Orientierung der Makromoleküle das mechanische Verhalten der plastizierten Polymere während der Formung verbessert, im Falle von lastabhängigen Schwankungen der Schneckendrehzahlen keine und auch bei Drehzahländerungen im Nachvollzug einer Frequenzänderung kaum eine an die veränderte Strömungsgeometrie anzupassende Dosierung eingespeister Schererwärmung möglich ist, ein damit einer unveränderten Fließfähigkeit gerecht werden zu können. Zudem wäre eine erweiterte Ausführungsform der vorbeschriebenen Konstruktion für eine eventuell prozeßabhängigen Steuerung der Pulsationsfrequenz außer der noch ungenügenden Kenntnis über die dafür erforderliche Prozeßmodellierung mit hohem Aufwand und Energiebedarf verbunden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Homogenisier- und Fließbedingungen von Polymeren durch ein dynamisches Verfahren mit geringem Energieaufwand zu ermöglichen, damit die Reibungsverluste der Strömung unabhängig von den Schwankungen oder Veränderungen der Fördergeschwindigkeit bzw. des Materialdurchsatzes gesenkt, die thermische und mechanische Homogenität der Schnecke verbessert und ein gleichmäßiger Durchsatz und Dichte der Plastschmelze in einem extrudierten Strang bzw. gespritzten Formteil erreicht wird.

Wesen der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines Antriebes, mit dem eine zusätzliche pulsierende Axialbewegung zur Rotationsbewegung der Schnecke erreicht wird. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Homogenisierung und die für eine stabile Strömung eines Polymeren dosiert einzuspeisende Schererwärmung durch eine zusätzliche mit der Drehbewegung der Schnecke synchronisierte und pulsierende Axialbewegung erreicht wird, daß die vor dem Kolben angestaute Schmelze mit einer auf die Fördergeschwindigkeit abgestimmte Pulsationsfrequenz komprimiert wird und daß während des Einspritzvorganges und Abkühlens auf das Material in einer Form periodisch Impulse ausgeübt werden. Für die drehzahlsynchronen Schwingungen (Vibration) wird vorzugsweise der Erzeuger für die Drehbewegung der Schnecke verwendet, mit dem auch die Umwandlung der Drehbewegung in eine geradlinige pulsierende Bewegung ausgeführt wird. Bei der Umwandlung der Drehbewegung in die pulsierende Axialbewegung wird die Frequenz und die Amplitude auf die Polymereigenschaften eingestellt und die Frequenz auf eine für den drehzahlproportionen Materialdurchsatz erforder-

liche Schubverformung des Polymeren angepaßt. Die aus umgewandelten Drehbewegung erzeugte Axialbewegung zur Erregung periodischer Impulse im Sammelraum der Polymerschmelze vor der Schnecke erfolgt durch einen Kolben, der mit vorgegebener Amplitude und Frequenzmodulation eine pulsierende Bewegung ausführt und durch einen Motor angetrieben wird. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sieht vor, daß zwei Getriebe mit einer dazwischen angeordneten Schiebekupplung und einem gemeinsamen Motor vorgesehen sind, wobei ein Getriebe zum Antrieb der Schnecke und ein Getriebe zum Antrieb einer mit einem Spritzkolben verbundenen Spindel dient, auf der beiderseitig eines Kugellauftringes eine Schiefscheibe angeordnet ist.

Mit der Lösung wird durch die pulsierende Axialverschiebung der Schnecke ein guter Materialeinzug erreicht und bei kontinuierlicher Massförderung die stationäre Schichtströmung des viskoelastischen Polymeren mit mechanischen Schwingungen überlagert, wobei die dynamische Beanspruchung durch zusätzlich eingespeiste Energie zu einer Veränderung des Mediums führt. Viskoelastische Medien zeigen bei dynamischer Beanspruchung ein von der Frequenz abhängiges Fließverhalten, das auf Bedingungen der Strömungsgeometrie beruht.

Durch das Aufbringen mechanischer Schwingungen in einer der Strömungsgeschwindigkeit der Schmelze proportionalen Frequenz werden von der Drehbewegung abhängigen Schwankungen bzw. Veränderungen der Fördergeschwindigkeit durch aufgezwungene Frequenzmodulation der Axialbewegung der Schnecke die Schubverformung des Polymeren angepaßt. Damit wird ein bei konstanter Pulsationsfrequenz infolge steigendem Durchsatz zunehmender Fließwiderstand und ansteigender Energiebedarf vermieden, indem der Vordruck in Extrudern bzw. Spritzgießmaschinen durch Erhöhung der Pulsationsfrequenz herabgesetzt und eine Steigerung des Durchsatzes erreicht wird. Dabei kommt auch permanent eine optimale Frequenz der aufgegebenen mechanischen Schwingungen,

die von einer gegebenen Strömungsgeometrie und dem zu verarbeitenden viskoelastischen Medium abhängig ist, zur Wirkung, die sich bei auftretenden Schwankungen oder vorgenommenen Veränderungen in der Drehbewegung der Schnecke von selbst einstellt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel erläutert. Die Zeichnung zeigt:

Eine Vorrichtung an einer Spritzgießmaschine mit Schneckenplastizierung in schematischer Darstellung.

Das Verfahren wird in einem Extruder oder einer Spritzgießmaschine durchgeführt, in denen der Antrieb für die Erzeugung der Drehbewegungen der Schnecke gleichzeitig für eine dieser Drehbewegungen proportionalen geradlinigen Bewegung zur Ausführung der pulsierenden Axialbewegung der Schnecke bzw. einem mit dieser gekoppelten Kolben übertragen wird.

Die Pulsationsschwingungen können auch bei anderen, den Gegebenheiten des Spritzgießprozesses entsprechenden Bedingungen, z.B. im Zustand des Stillstandes der Drehbewegungen der Schnecke durch Entkupplung des Antriebes zur Übertragung der Drehbewegung allein in Höhe einer gewählten Pulsationsfrequenz für die Axialbewegung der Schnecke wirksam werden.

Die Übertragung mechanischer Schwingungen kann schließlich auch von einem nicht dargestellten separaten Antrieb aus direkt auf einen von der Schnecke getrennten Kolben senkrecht zur Strömungsrichtung auf die Schmelze im Sammelraum vor der Schnecke oder in der Form erfolgen.

Nach der Zeichnung wird eine Schnecke 1 durch einen Motor 2 über ein Getriebe 3 in Drehbewegung versetzt. Die Schnecke 1 fördert ein plastiziert unter Mithilfe einer nicht dargestellten Zylinderheizung durch einen Einfülltrichter aufgegebenes

Polymergranulat. Während ein nicht dargestellter Extruder nur eine Drehbewegung ausführt, handelt es sich nach der Zeichnung um eine drehbare und axial verschiebbare Schnecke 1. Erzeuger der axialen Vorwärtsbewegung der Schnecke 1 ist ein hydraulischer Arbeitszylinder 4 mit einem Spritzkolben 5. Die Schnecke 1 ist durch eine Klauenkupplung 6 mit einer Hohlwelle 7 formschlüssig und über einen Gewindebolzen 8 kraftschlüssig verbunden. Ein Keilprofil 9 verhindert eine Drehung der Hohlwelle 7 in einer Außenbuchse 10, läßt aber eine Längsbewegung zu, während die Außenbuchse 10 eine hin-und hergehende Bewegung zusammen mit Schnecke 1 während des Einspritz- bzw. Plastiziervorganges ausführt. Ein zweiteiliger Ring 11 verbindet einen Kugellauftring 12 durch Gewinde 13 mit einer Innenbuchse 14. In dem Kugellauftring 12 ist eine Messingbuchse 15 mit Festpassung eingesetzt. Der Kugellauftring 12 ist mit Kugeln 16 versehen, die je durch einen nicht dargestellten Käfig so gehalten, daß die Kugeln 16 ihre Lage zueinander nicht ändern können. Die Kugeln 16 liegen zwischen zwei Schiefscheiben 17, deren Abstand voneinander auf einer Spindel 18 und einem Rohr 19 so festgelegt ist, daß die Kugeln 16 ohne nennenswertes Spiel auf den zwei schiefen Ebenen 17 laufen können. Die Spindel 18 wird durch den Motor 2 über ein Getriebe 20 in Drehbewegung versetzt. Bei jeder Umdrehung eines Rades 21 laufen die Kugeln 16 auf den Schiefscheiben 17 auf und ab. Dabei wird der Kugellauftring 12 und die Innenbuchse 14 in axiale Richtung mitgenommen. Der Hub (Amplitude) wird durch die Steigung der Schiefscheiben 17 festgelegt. Die Hubfolge (Frequenz) wird durch die Drehbewegung des Motors 2 und das Übersetzungsverhältnis des Getriebes 20 festgelegt und über eine Schiebekupplung 22 mit dem Getriebe 20 und gemeinsamen Antrieb des Motors 2 je nach Drehrichtung der Spindel 18 aus der Differenz bzw. Summe der beiden Drehbewegungen von der Schnecke 1 und der Spindel 18 bestimmt. Über die Kupplung 22 ist der Antrieb der Spindel 18 und damit die pulsierende Axialbewegung der Schnecke allein aber auch zusammen mit der Drehbewegung der Schnecke 1 bzw. auch nur die Drehbewegung der Schnecke 1 möglich, wenn ein Rad 21 des Getriebes 20 nicht im Eingriff steht.

Erfindungsansprüche

1. Verfahren zur Homogenisierung von Polymerschmelzen auf Extrudern mit einer zur Förderung und Plastizierung drehbaren Schnecke oder auf Spritzgießmaschinen mit zusätzlicher Einspritzung und einer drehbaren und axial bewegbaren Schnecke, die vorzugsweise mit einem gekoppelten Mischtorpedo versehen ist, an deren konischen Ende sich ein mit dem Koppressionszylinder in Wirkverbindung stehender zylindrischer Kolben anschließt, gekennzeichnet dadurch, daß die Homogenisierung und die für eine stabile Strömung eines Polymeren dosiert einzuspeisende Schererwärmung durch eine zusätzliche mit der Drehbewegung der Schnecke synchronisierte und pulsierende Axialbewegung erreicht wird, daß die vor dem Kolben angestaute Schmelze mit einer auf die Fördergeschwindigkeit abgestimmten Pulsationsfrequenz komprimiert wird und daß während des Einspritzvorganges und Abkühlens auf das Material in einer Form periodische Impulse ausgeübt werden.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß für die drehzahlsynchronen Schwingungen (Vibration) vorzugsweise der Erzeuger für die Drehbewegung der Schnecke verwendet wird, mit dem auch die Umwandlung der Drehbewegung in eine geradlinige pulsierende Bewegung ausgeführt wird.
3. Verfahren nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß bei der Umwandlung der Drehbewegung in die pulsierende Axialbewegung die Frequenz und die Amplitude auf die Polymereigenschaften eingestellt wird und die Frequenz auf eine für den drehzahlproportionalen Materialdurchsatz erforderliche Schubverformung des Polymeren angepaßt wird.
4. Verfahren nach Punkt 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die aus umgewandelter Drehbewegung erzeugte Axialbewegung zur Erregung periodischer Impulse im Sammelraum der Polymerschmelze von der Schnecke ein Kolben verwendet wird, der mit

vorgegebener Amplitude und Frequenzmodulation eine pulsierende Bewegung ausführt und durch einen Motor angetrieben wird.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß zwei Getriebe (3;20) mit einer dazwischen angeordneten Schiebekupplung (22) und einem gemeinsamen Motor (2) vorgesehen sind, wobei ein Getriebe (3) zum Antrieb der Schnecke (1) und ein Getriebe (20) zum Antrieb einer mit einem Spritzkolben (5) verbundenen Spindel (18) dient, auf der beidseitig eines Kugellaufringes (12) eine Schiefscheibe (17) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

