

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50726/2023
(22) Anmeldetag: 08.09.2023
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2024

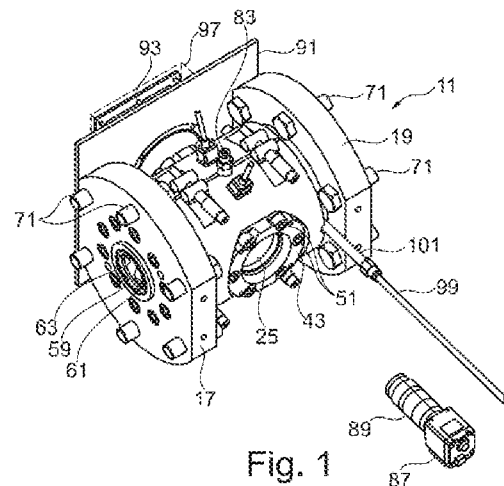
(51) Int. Cl.: **B29C 48/92** (2019.01)

(30) Priorität:
12.09.2022 CH CH001061/2022 beansprucht.

(71) Patentanmelder:
ALPLA Werke Alwin Lehner GmbH & Co. KG
6971 Hard (AT)

(54) **Verfahren, Einbaukörper und Vorrichtung zur Online-Stippenerkennung in fließenden Polymerschmelzen**

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren, ein Einbaukörper (11) und eine Vorrichtung für die Erkennung von Stippen in einem Polymerschmelzestrom. Die Vorrichtung umfasst einen Einbaukörper (11) mit einem Mittelstück (13), das einen axialen, teilweise transparenten Schmelzekanal (15) aufweist. Zwei in den Schmelzekanal (15) eingebaute und einander gegenüberliegende Sichtfenster (25) ermöglichen es, den Polymerschmelzestrom mit einer Lichtquelle (93) von der einen Seite mit Licht zu beaufschlagen und auf der anderen Seite mit Hilfe einer Kamera (87) auf das Vorhandensein von Stippen zu untersuchen.



Zusammenfassung

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren, ein Einbaukörper (11) und eine Vorrichtung für die Erkennung von Stippen in einem Polymerschmelzestrom. Die Vorrichtung umfasst einen Einbaukörper (11) mit einem Mittelstück (13), das einen axialen, teilweise transparenten Schmelzekanal (15) aufweist. Zwei in den Schmelzekanal (15) eingebaute und einander gegenüberliegende Sichtfenster (25) ermöglichen es, den Polymerschmelzestrom mit einer Lichtquelle (93) von der einen Seite mit Licht zu beaufschlagen und auf der anderen Seite mit Hilfe einer Kamera (87) auf das Vorhandensein von Stippen zu untersuchen.

(Fig. 1)

Verfahren, Einbaukörper und Vorrichtung zur Online-Stippenerkennung in fließenden Polymerschmelzen

Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäss Oberbegriff von Anspruch 1, einen Einbaukörper gemäss Oberbegriff von Anspruch 9 und eine Vorrichtung für die Erkennung von Stippen in fließenden Polymerschmelzen.

Stand der Technik

Als Stippe wird eine Feststoffverunreinigung bezeichnet, welche als Verunreinigung im Inputmaterial zugeführt wird, oder durch thermo-mechanische Degradationsprozesse im Extrusionsprozess entstehen (zersetztes Polymer). Stippen können organischen oder anorganischen Ursprungs sein. Organische Stippen bestehen aus einem thermisch zersetzten Polymer und weisen in der Regel eine bräunliche Eigenfarbe auf. Anorganische Stippen bestehen meist aus metallischem Abrieb, der in den Extrusions- oder Spritzgießprozess gelangt. Diese Stippen haben meist eine schwarze oder gräuliche Eigenfarbe. Wesentliche Einflussfaktoren der Stippenbildung sind die Qualität der eingesetzten Input-Materialien, wie Flakes (zerkleinerte PET Flaschen Stücke) oder Kunststoffgranulat etc., die Art der Förderung und Lagerung, sowie die richtige Einstellung der Verarbeitungsparameter.

Für die Entstehung von Stippen ist in der Mehrzahl der Fälle der eingesetzte Rohstoff verantwortlich. Eine weitere Ursache ist die unsachgemäße Lagerung des Polymer-Ausgangsmaterials, bei der es zur Verunreinigung kommen kann, sowie durch eine ungeeignete Förderung des Materials. Zu einem kleinen Teil gehen die Stippen auf thermisch geschädigtes Material zurück. Auch von der Schnecke oder der Zylinderwand abgeplatzte Beschichtungsteile können die Ursache von Stippen sein.

Für die Erkennung von Stippen werden in der Praxis meist Granulatproben untersucht. Dabei kommen folgende Analysemethoden je nach Kundenanforderung zum Einsatz:

- visuelle Analyse amorpher Pellets am Lichttisch (Lupe oder Mikroskop als Hilfsmittel)
- Spritzen/Pressen von Prüflingen aus der Materialprobe mit anschließender sensorgestützter/manueller Auswertung (Bestimmung von Anzahl und Größe der Stippen)
- Castfolien- Herstellung und sensorgestützte/manuelle Auswertung (Anzahl und Größe der Stippen).

Für die Durchführung von Offline-Analysen gibt es auf dem Markt Inspektionsgeräte, die eine Untersuchung von Polymerschmelzen und Folien mittels optischer Methoden, IR-Absorptionsmessung, Farbmessung etc. ermöglichen.

Ebenfalls eingesetzt werden sogenannte Pelletscanner, mit denen hochtransparente und opake Pellets mit Hilfe von getrennten Farbzeilenkameras im freien Fall analysiert werden. Solche Pelletscanner erkennen Verunreinigungen, die eine farbliche Abweichung vom Produkt aufweisen.

Bei einem anderen Prüfverfahren werden zuerst Flachfolien hergestellt und deren optische und physikalische Eigenschaften gemessen, wie Trübung, Transmission, Glanz, Dichte, Additiven etc.

Bekannt sind auch Geräte zur Online-Inspektion und Sortierung von Kunststoffmaterial, die mit Röntgen- und optischen Kameras arbeiten. Eine Röntgenkamera kann unter anderem metallische Verunreinigungen im Inneren des Granulats oder Regranulats erkennen. Die optischen Kameras hingegen detektieren Verfärbungen, Verbrennungen sowie „Black Specks“ in transparenten, auf der Oberfläche transluzenten oder auch auf intransparenten Kunststoffen. Farbabweichungen werden durch Farbkameras detektiert. Kontaminiertes Granulat wird automatisch aussortiert.

Offline-Analysen haben den Nachteil, dass bei Detektion von Stippen kein Eingriff in die laufende Produktion möglich ist. Das heisst, dass es zu viel Ausschussmaterial kommen kann. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass die Stichproben sehr klein sind und daher oftmals kein repräsentatives Bild des Ausgangsmaterials erhalten wird.

Aufgabenstellung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren, einen Einbaukörper und eine Vorrichtung für die Erkennung von Stippen vorzuschlagen, die eine Online-Überwachung eines fliessenden Polymerschmelzestroms ermöglichen. Dabei soll ein möglichst grosser Anteil des Polymerschmelzestroms überwacht werden können, damit eine zuverlässige Aussage über die Qualität des Materials gemacht werden kann. Auch sollten die gewonnenen Informationen für die Prozesssteuerung einsetzbar sein. Noch ein Ziel ist, ein kostengünstig zu implementierendes Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung für die Online-Stippenerkennung vorzuschlagen.

Beschreibung

Erfindungsgemäss wird die Aufgabe bei einem Verfahren gemäss Oberbegriff von Anspruch 1 dadurch gelöst, dass an einer gewünschten Stelle einer Produktionsanlage, insbesondere nach einem Extruder, der Polymerschmelzestrom durch einen Einbaukörper mit einem zumindest teilweise transparenten Schmelzekanal geleitet wird, und die Polymerschmelze inline mit einer Kamera auf das Vorhandensein von Stippen überprüft wird. Das erfindungsgemässe Verfahren hat den Vorteil, dass nicht nur eine kleine Probe, sondern ein grosser Teil des Polymerschmelzestroms, insbesondere mehr als 50, 60 oder 70 Prozent, untersucht werden kann, sodass eine zuverlässige Aussage über die Qualität des Materials unmittelbar vor dem nächsten Produktionsschritt erhalten wird. Die Überprüfung des Polymerschmelzestroms erfolgt sowohl online wie auch inline und ermöglicht daher, Material minderer Qualität in einem laufenden Produktionsprozess direkt auszusondern. Bei der Untersuchung des Polymerschmelzestroms können bekannte Vorrichtungen, insbesondere Kameras, mit denen sich Grösse und Häufigkeit der Stippen feststellen lassen, eingesetzt werden.

Vorteilhaft wird der aus einem Extruder fliessende Polymerschmelzestrom auf das Vorhandensein von Stippen untersucht. Die Untersuchung des Polymerschmelzestroms unmittelbar nach dem Extruder hat den Vorteil, dass auch Stippen erkannt werden können, die beispielsweise durch eine ungeeignete Förderung des Materials oder durch zu hohe Temperaturen im Extruder oder davor zustande gekommen sind.

Vorzugsweise wird der extrudierte Polymerschmelzestrom zuerst gefiltert und dann auf das Vorhandensein von Stippen untersucht. Dies hat den Vorteil, dass durch einen Filter abtrennbare Partikel zuerst ausfiltriert werden.

Vorteilhaft wird der zu untersuchende Polymerschmelzestrom zusätzlich mit Licht beaufschlagt, damit grössere Schichtdicken untersucht werden können. Zweckmässigerweise wird der Schmelzekanal durch eine Lichtquelle bestrahlt, die auf der Kameraachse angeordnet ist und auf selbige gerichtet ist.

Zweckmässigerweise wird der Polymerschmelzestrom im zumindest teilweise transparenten Schmelzekanal von der einen Seite her mit Licht beaufschlagt wird und die Erfassung des transmittierten Lichts durch die Kamera erfolgt auf der anderen Seite des Polymerschmelzestroms.

Vorteilhaft wird der Polymerschmelzestrom durch einen Einbaukörper mit einem Schmelzekanal mit zwei einander gegenüberliegenden Sichtfenstern geleitet. Dies erlaubt es,

einen Grossteil des Polymerschmelzestroms zu erfassen und damit zu vertrauenswürdigen Ergebnissen zu kommen.

Vorzugsweise werden bei der Überschreitung eines bestimmten Grenzwertes der Polymerschmelzestrom oder die nachfolgend hergestellten Pellets automatisch abgesondert. Damit kann eine hohe Qualität der aus einem Recyclingmaterial hergestellten Produkte gewährleistet werden.

Denkbar ist auch, dass nur ein Teil des Polymerschmelzestroms abgezweigt und auf Stippen untersucht wird.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch ein Einbaukörper für die Online-Stippenerkennung in fliessenden Polymerschmelzen mit einem Mittelstück mit einem durchgehenden axialen Schmelzekanal, je einem an gegenüberliegenden Stirnseiten des Mittelstücks vorgesehenen Flansch für den Einbau des Einbaukörpers in den Polymerschmelzestrom eines Extruders, und zwei in den Schmelzekanal eingebaute und einander gegenüberliegende Sichtfenster. Mit einem derartigen Einbaukörper kann der Polymerschmelzestrom kontinuierlich und inline auf Verunreinigungen durch Stippen überwacht werden.

Vorteilhaft ist der Schmelzekanal im Querschnitt ein Langloch und besonders bevorzugt ein Oval mit zwei Symmetrieachsen. Ein Langloch resp. ein Oval hat den Vorteil, dass zwischen den langen Seiten ein grosser Bereich konstanter Schichtdicke besteht, der sich vortrefflich mit optischen Methoden untersuchen lässt.

Vorteilhaft hat der Einbaukörper die Gestalt eines Zylinders, und der Schmelzekanal im Zylinder verläuft in der Zylinderachse. Dies ist ein einfach zu realisierende und zweckmässige Bauform.

Vorteilhaft sind die Sichtfenster schmelzekanalseitig bündig mit der Innenwandung des Schmelzekanals. Das heisst, es gibt idealerweise an den Übergängen zwischen dem Zylindermantel und dem Sichtfenster keine Toträume, wo sich Material ablagern oder der Fluss der Polymerschmelze behindert werden könnte.

Zweckmässigerweise sind die Sichtfenster auswechselbar am Einbaukörper angeordnet. Dies ermöglicht es, Sichtfenster rasch auszutauschen, wenn sich auf den Fensterflächen Ablagerungen niederschlagen sollten.

Vorteilhaft ist an gegenüberliegenden Seiten des Zylinders je ein Bohrloch mit einem Ringabsatz für die Aufnahme je eines Sichtfensters vorgesehen, wobei das Sichtfenster

komplementär ausgebildet ist, sodass das Sichtfenster spielfrei im Bohrloch aufgenommen ist. Durch das Vorsehen eines Ringabsatzes kann das Sichtfenster mit grossem Anpressdruck im Bohrloch befestigt werden.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform sind Sichtfenster mittels eines lösbaren Befestigungsringes am Einbaukörper befestigt. Dies hat den Vorteil, dass die Sichtfenster rasch ausgewechselt werden können, sollte die in den Schmelzekanal ragende Fensterfläche durch Ablagerungen trüb werden.

Vorteilhaft ist der Einbaukörper ausgelegt, um an einem Sichtfenster eine Lichtquelle und am anderen, gegenüberliegenden Sichtfenster eine Kamera anzuordnen. Kamera und Lichtquelle können am Befestigungsring oder mittels zusätzlicher Befestigungsmittel am Einbaukörper befestigt sein.

Vorteilhaft weist der Polymerschmelzestrom im Bereich der Sichtfenster eine im Wesentlichen konstante Schichtdicke auf. Dies ist dann der Fall, wenn die beiden Sichtfenster parallel zueinander angeordnet sind.

Zweckmässigerweise beträgt die Schichtdicke des Polymerschmelzestroms im Bereich der Sichtfenster zwischen 10 und 40 mm, vorzugsweise zwischen 15 und 35 mm, und ganz besonders bevorzugt zwischen 20 und 30 mm. Solche Schichtdicken ermöglichen eine Untersuchung des Polymerschmelzestroms mit Hilfe einer Kamera zur Erfassung der Grösse und Anzahl der im untersuchten Abschnitt vorhandenen Stippen, insbesondere wenn der Polymerschmelzestrom zusätzlich mit Licht beaufschlagt wird.

Vorteilhaft ist eingangsseitig des Einbaukörpers ein Einlaufteil mit einem Durchgang vorgesehen, der einen kontinuierlichen Übergang eines runden Querschnitts in den ovalen Querschnitt des Schmelzekanals bereitstellt. Mit einer solchen Ausgestaltung eines Einlaufteils gibt es keinen übermässigen Druckaufbau durch den Einbau des Einbaukörpers in eine Produktions- oder Recycling-Anlage.

Analog zum Einlaufteil kann ausgangsseitig des Einbaukörpers ein Auslaufteil mit einem Durchgang vorgesehen sein, der einen kontinuierlichen Übergang vom ovalen Querschnitt des Schmelzekanals in einen runden Querschnitt bereitstellt. Dies hat den Vorteil, dass der erfindungsgemässe Einbaukörper problemlos in eine bestehende Produktions- oder Recycling-Anlage eingebaut werden kann.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform sind die Ein- und Auslaufteile in den Flanschen integriert. Dies ist eine besonders platzsparende Ausführungsform.

Zweckmässigerweise ist eine aus zwei Halbschalen gebildete Heizmanschette vorgesehen ist, die an den Zylindermantel legbar ist. Dies erlaubt es, den Einbaukörper auf einer Temperatur zu halten, bei der Polymerschmelzestrom nicht abkühlt und niederviskos bleibt.

Vorteilhaft ist der Einbaukörper so konstruiert, dass durch den Einbau in eine Recycling- oder Produktionsanlage über die Länge des Einbaukörpers (Adapters) aufgrund der Querschnittverjüngung nur ein geringer Druckabfall relativ zur Ausgangslage, d.h. Recycling- oder Produktionsanlage ohne Einbaukörper, stattfindet.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch eine Vorrichtung zur Stippenerkennung in fliessenden Polymerschmelzen mit

- einem Einbaukörper gemäss einem der Ansprüche 9 bis 24,
- einer Lichtquelle, welche vor dem einen Sichtfenster angeordnet ist, und
- einer Kamera zur Erfassung von Stippen, die vor dem anderen gegenüberliegenden Sichtfenster angeordnet ist.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren näher im Detail beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1:	Eine perspektivische Ansicht einer Vorrichtung für die Inline-Stippenerkennung in einem Polymerschmelzestrom umfassend einen Einbaukörper mit einem axialen, teilweise transparenten Schmelzekanal, der mit zwei einander gegenüberliegenden Sichtfenstern ausgestattet ist, eine Lichtquelle, die vor dem einen Sichtfenster angeordnet ist und eine separate Kamera, die an das andere Sichtfenster anschliessbar ist;
Fig. 2	Die Vorrichtung von Figur 1, teilweise in Explosionsdarstellung;
Fig. 3:	Eine Draufsicht auf die Vorrichtung von Fig. 1, wobei die Kamera und die Lichtquelle an die Sichtfenster angeschlossen sind; und
Fig. 4:	Einen Schnitt durch die Vorrichtung von Fig. 3 entlang der Linie A-A.

Die Figuren 1 bis 4 zeigen einen erfindungsgemässen Einbaukörper 11 für die On- und Inline-Stippenerkennung in Polymerschmelzeströmen. Der Einbaukörper 11 umfasst ein zylindrisches Mittelstück 13 mit einem durchgehenden axialen Schmelzekanal 15 und je einen Flansch 17, 19, die an einander gegenüberliegenden Stirnseiten 21,23 des Mittelstücks 13 angeordnet sind. Am Mittelstück sind zwei einander diametral gegenüberliegende

Sichtfenster 25,27 vorgesehen, die jeweils in den Schmelzekanal 15 münden, sodass der Schmelzestrom von aussen beobachtbar ist.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform ist der Schmelzekanal 15 des Mittelstücks 13 im Querschnitt als Oval 29 ausgebildet. Dies hat einerseits den Vorteil, dass der Schmelzestrom im Schmelzekanal 15 auf eine konstante Breite verjüngt ist und andererseits der grösste Teil des Schmelzekanalquerschnitts vor den Sichtfenstern 25,27 ausgebreitet und durch diese beobachtbar ist. Dadurch, dass der Schmelzekanal 15 deutlich weniger breit als hoch ist, kann Licht den Schmelzestrom gut durchdringen und die Empfindlichkeit für die Stippenerkennung ist hoch.

Die Sichtfenster 25,27 sind in axialer Richtung gesehen in der Mitte des Mittelstücks 13 vorgesehen. Dazu sind einander diametral gegenüberliegend im Zylindermantel 31 je eine Bohrung 33 vorgesehen, in welcher jeweils das Sichtfenster 35 eingesetzt ist. Innen ist das Sichtfenster 35 bündig mit der Innenwandung 37 des angrenzenden Schmelzekanals 15. Zur genauen Positionierung des Sichtfensters 35 weist die Bohrung 33 einen ersten Ringabsatz 39 auf, an welchem das Sichtfenster 35 mit einem komplementär geformten Ringabsatz 41 anliegen kann. Zur Fixierung des Sichtfensters 35 ist ein Befestigungsring 43 vorgesehen, der an einem zweiten Ringabsatz 45 anliegt und das Sichtfenster 35 an einem umlaufenden, schmalen Rand 47 überlappt. Im zweiten Ringabsatz 45 sind mehrere Schraubenlöcher 49 vorgesehen, in welche Befestigungsschrauben 51 zur Fixierung des Sichtfensters 35 mittels des Befestigungsringes 43 einschraubbar sind.

Zur Abdichtung des Sichtfensters 35 zum Schmelzekanal 15 hin sind in den Bohrungen 33,35 jeweils eine Ringnute 53 in kurzem Abstand zur Innenwandung 37 vorgesehen, in welcher ein O-Ring 55 eingelegt ist. Ausserdem sind Dichtungen 57, 59 vorgesehen, die das Sichtfenster 35 einerseits zum ersten Ringabsatz 39 und andererseits zum Befestigungsring 43 hin abdichten.

An den Stirnseiten 21,23 des Mittelstücks 13 sind die beiden Flansche 17,19 mittels mehrerer Schrauben 55 befestigt. Die Schrauben 55 sind in Schraubenlöcher 57 in den Stirnseiten 21,23 einschraubbar. Die Flansche 17,19 sind ausgelegt, um in den Schmelzestrom einer Produktionsanlage für die Herstellung von Granulaten, spritz-, extrusions- oder blasgeformten Produkten etc. eingebaut zu werden und können daher unterschiedlich dimensioniert sein.

Eine Besonderheit des Flansches 17 ist, dass die Eintrittsöffnung 59 rund und die Austrittsöffnung 61 oval und damit deckungsgleich mit dem Schmelzekanal 15 des

Mittelstücks 13 ist. Das heisst, die Innenwandung 63 der Flanschdurchgangsöffnung ist trichterartig ausgebildet, und die runde Eintrittsöffnung 59 geht gleichmässig in die oval geformte Austrittsöffnung 61 über. Beim Flansch 19, der stromabwärts des Schmelzestroms am Mittelstück 13 angeordnet ist, sind die Verhältnisse gerade umgekehrt, und die Eintrittsöffnung 65 ist oval und die Austrittsöffnung 67 ist rund. Damit ist gewährleistet, dass der Schmelzestrom bei der Durchleitung durch den erfindungsgemässen Einbaukörper strömungstechnisch nur wenig Widerstand erfährt. Vorzugsweise beträgt der Querschnitt des ovalen Schmelzkanals zwischen 40 und 80% des Querschnitts des zuführenden Schmelzkanals.

An der Peripherie weisen die Flansche 17, 19 mehrere Durchgangsbohrungen 69 auf, die der Aufnahme von Befestigungsschrauben 71 dienen. Mit Hilfe der Befestigungsschrauben 71 kann der Einbaukörper 11 in den Schmelzestrom einer Produktionsanlage eingebaut werden.

Damit der Polymerschmelzestrom beim Durchgang durch den Einbaukörper 11 nicht abkühlt, ist eine Heizmanschette 73 vorgesehen, die an den Zylindermantel 31 des Zwischenstücks 13 anlegbar ist. Die Heizmanschette 73 besteht aus zwei Halbschalen 77, die mittels Schraubverbindungen 79 miteinander verbind- und zusammenziehbar sind, sodass ein inniger Kontakt zwischen der Heizmanschette 73 und dem Zylindermantel 31 herstellbar ist. Die Heizmanschette 73 ist über die elektrischen Anschlüsse 81 auf Temperaturen bis ca. 300 °C aufheizbar (Widerstandsheizung). Zur Temperaturmessung ist ein Temperaturfühler 83 vorgesehen, der in eine Bohrung 85 im Mittelstück 13 einsetzbar ist (Fig. 1).

Zur Detektion von Stippen in einem Polymerschmelzestrom ist eine Kamera 87 vorgesehen, die über ein Rohr 89, vorzugsweise hergestellt aus einem thermisch isolierenden Material, an den Befestigungsring 43 des einen Sichtfensters 25 anschliessbar ist. Zum Schutz der Kamera 87 vor zu hohen Temperaturen ist ein Hitzeschild 91 vorgesehen, das am Mittelstück 13 befestigt ist. Das Hitzeschild 91 ist als Platte aus einem isolierenden Material, z.B. Keramik, ausgeführt.

Am Befestigungsring 43 des gegenüberliegenden Sichtfensters 27 ist eine Lichtquelle 93 angeordnet, die Licht sowohl im Dauer- als auch im Pulsbetrieb aussenden kann. Die Lichtquelle 93 ist über einen Beleuchtungsadapter 95, der innen vorzugsweise spiegelglanzvernickelt ist, am Befestigungsring 43 lösbar befestigt. Die Lichtquelle 93 besteht vorzugsweise aus einer Mehrzahl von lichtstarken Leuchtdioden. Damit die Lichtquelle und die dazugehörige Elektronik nicht zu heiss werden können, ist diese vorzugsweise in einem wassergekühlten Gehäuse 97 eingebaut. Ausserdem ist wie auf der gegenüberliegenden Seite des Mittelstücks ein Hitzeschild 91 vorgesehen.

Um die Druckverhältnisse im Innern des Mittelstücks 13 überwachen und kontrollieren zu können, ist ein Drucksensor 99 vorgesehen, der in einem Rohrstutzen 101, der in den Schmelzekanal 15 mündet, aufgenommen und befestigbar ist. Sowohl Drucksensor 99 als auch Temperaturfühler 83 sind mit einem in den Figuren nicht näher dargestellten Steuergerät verbunden, um den im Schmelzekanal herrschenden Druck und die Temperatur überwachen und steuern zu können.

Die beschriebene erfindungsgemässe Vorrichtung zur inline Stippenerkennung in fliessenden Polymerschmelzen kann in den Schmelzestrom einer Recycling- oder Produktionsanlage eingebaut werden, um die Qualität des eingesetzten Material zu überwachen und gegebenenfalls zu dokumentieren.

Im Fall einer Recycling-Anlage für die Aufbereitung von Flakes aus gebrauchten PET-Flaschen wird die erfindungsgemässe Vorrichtung zwischen dem Extruder und dem Pelletizer angeordnet, um die Qualität des Polymerschmelzestroms und der nachfolgend hergestellten Pellets zu gewährleisten. Vorzugsweise wird zusätzlich noch ein Filter zwischen Extruder und Vorrichtung dazwischengeschaltet, um Partikel aus dem Schmelzestrom auszufiltern.

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren, ein Einbaukörper und eine Vorrichtung für die Erkennung von Stippen in einem Polymerschmelzestrom. Die Vorrichtung umfasst einen Einbaukörper mit einem Mittelstück, das einen axialen, teilweise transparenten Schmelzekanal aufweist. Zwei in den Schmelzekanal eingebaute und einander gegenüberliegende Sichtfenster ermöglichen es, den Polymerschmelzestrom mit einer Lichtquelle von der einen Seite mit Licht zu beaufschlagen und auf der anderen Seite mit Hilfe einer Kamera auf das Vorhandensein von Stippen zu untersuchen.

Legende:

11	Einbaukörper
13	Mittelstück
15	Schmelzekanal
17,19	Flansche
21,23	Stirnseiten des Mittelstücks
25,27	Sichtfenster
29	Oval
31	Zylindermantel
33	Bohrung Sichtfenster 25
35	Bohrung Sichtfenster 27
37	Innenwandung
39	ersten Ringabsatz
41	Ringabsatz des Sichtfensters
43	Befestigungsring
45	zweiter Ringabsatz
47	Rand
49	Schraubenlöcher
51	Befestigungsschrauben
53	Ringnute
55	Stirnseiten des Mittelstücks
57	Schraubenlöcher
59	Eintrittsöffnung des Flansches 17
61	Austrittsöffnung des Flansches 17
63	Innenwandung
65	Eintrittsöffnung des Flansches 19
67	Austrittsöffnung des Flansches 19
69	Durchgangsbohrungen
71	Befestigungsschrauben
73	Heizmanschette
77	Halbschalen
79	Schraubverbindungen
81	elektrische Anschlüsse für Widerstandsheizung
83	Temperaturfühler
85	Bohrung
87	Kamera
89	Rohr
91	Hitzeschild
93	Lichtquelle
95	Beleuchtungsadapter
97	wassergekühltes Gehäuse
99	Drucksensor
101	Rohrstutzen für Drucksensor

Patentansprüche

1. Verfahren zur Stippenerkennung in fließenden Polymerschmelzen,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - an einer gewünschten Stelle einer Produktionsanlage, insbesondere nach einem Extruder, der Polymerschmelzestrom durch einen Einbaukörper (11) mit einem zumindest teilweise transparenten Schmelzekanal (15) geleitet wird, und
 - die Polymerschmelze online mit einer Kamera (87) auf das Vorhandensein von Stippen überprüft wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der aus einem Extruder fließende Polymerschmelzestrom auf das Vorhandensein von Stippen untersucht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der extrudierte Polymerschmelzestrom zuerst gefiltert und dann auf das Vorhandensein von Stippen untersucht wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der zu untersuchende Polymerschmelzestrom zusätzlich mit Licht beaufschlagt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Polymerschmelzestrom von der einen Seite mit Licht beaufschlagt wird und die Erfassung des transmittierten Lichts auf der anderen Seite des Polymerschmelzestroms erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Polymerschmelzestrom durch einen Einbaukörper (11) mit einem Schmelzekanal (15) mit zwei einander gegenüberliegenden Sichtfenstern (25,27) geleitet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Überschreitung eines bestimmten Grenzwertes der Polymerschmelzestrom oder die nachfolgend hergestellten Pellets automatisch abgesondert werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil des Polymerschmelzestroms abgezweigt und auf Stippen untersucht wird.
9. Einbaukörper (11) für die Online-Stippenerkennung in fließenden Polymerschmelzen, **gekennzeichnet durch**
ein Mittelstück (13) mit einem durchgehenden axialen Schmelzekanal (15),
je einem an gegenüberliegenden Stirnseiten (21,23) des Mittelstücks (13) vorgesehenen Flansch (17,19) für den Einbau des Einbaukörpers (11) in den Polymerschmelzestrom eines Extruders, und
zwei in den Schmelzekanal (15) eingebaute und einander gegenüberliegende Sichtfenster (25,27).
10. Einbaukörper (11) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Schmelzekanal (15) im Querschnitt ein Langloch darstellt.
11. Einbaukörper (11) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Schmelzekanal (15) im Querschnitt ein Oval (29) mit zwei Symmetrieachsen ist.
12. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Einbaukörper (11) die Gestalt eines Zylinders hat und der Schmelzekanal (15) im Zylinder in axialer Richtung verläuft.
13. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Sichtfenster (25,27) schmelzekanalseitig bündig mit der Innenwandung des Schmelzekanals (15) sind.
14. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Sichtfenster (25,27) auswechselbar am Einbaukörper (11) angeordnet sind,
15. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass an gegenüberliegenden Seiten des Zylinders je ein Bohrloch (33,35) mit einem Ringabsatz (39) für die Aufnahme je eines Sichtfensters (25) oder (27) vorgesehen ist.
16. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Sichtfenster (25,27) mittels eines lösbaren Befestigungsrings (43) am Einbaukörper (11)

befestigt oder befestigbar sind.

17. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Einbaukörper (11) ausgelegt ist, um an einem Sichtfenster (27) eine Lichtquelle (93) und am anderen gegenüberliegenden Sichtfenster (25) eine Kamera (87) anzuordnen.
18. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Polymerschmelzestrom im Bereich der Sichtfenster (25,27) eine im Wesentlichen konstante Schichtdicke aufweist.
19. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke des Polymerschmelzestroms im Bereich der Sichtfenster (25,27) zwischen 10 und 40 mm, vorzugsweise zwischen 15 und 35 mm, und ganz besonders bevorzugt zwischen 20 und 30 mm beträgt.
20. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eingangsseitig des Einbaukörpers (11) ein Einlaufteil mit einem Durchgang vorgesehen ist, der einen kontinuierlichen Übergang eines runden Querschnitts in den ovalen Querschnitt des Schmelzkanals (15) bereitstellt.
21. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ausgangsseitig des Einbaukörpers (11) ein Auslaufteil mit einem Durchgang vorgesehen ist, der einen kontinuierlichen Übergang vom ovalen Querschnitt des Schmelzkanals (15) in einen runden Querschnitt bereitstellt.
22. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass Ein- und Auslaufteile durch die Flansche (17,19) realisiert sind.
23. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass eine aus zwei Halbschalen (77) gebildete Heizmanschette (73) vorgesehen ist, die an den Zylindermantel (31) legbar ist.
24. Einbaukörper (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Einbaukörper (11) so konstruiert ist, dass durch den Einbau in eine Recycling- oder Produktionsanlage nur ein geringer Druckabfall relativ zur Ausgangslage, d.h.

Recycling- oder Produktionsanlage ohne Einbaukörper (11), stattfindet.

25. Vorrichtung zur Stippenerkennung in fliessenden Polymerschmelzen,
gekennzeichnet durch

- einen Einbaukörper (11) gemäss einem der Ansprüche 9 bis 24,
- einer Lichtquelle (93), welche vor dem einen Sichtfenster (27) angeordnet ist, und
- einer Kamera (87) zur Erfassung von Stippen, die vor dem anderen gegenüberliegenden Sichtfenster (25) angeordnet ist.

