



Wirtschaftspatent

Teilweise bestaetigt gemaeß § 6 Absatz 1 des
Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

142 683

Int.Cl.³

3(51)

B 29 G 3/00

B 29 B 5/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP B 29 G/ 2118 26

(22) 28.03.79

(45)
(44)

14.03.84
09.07.80

(71) siehe (72)

(72) LOMMATZSCH, GERT; ANDERS, KARLHEINZ; KUTSCHERA, KURT, DIPL.-ING.;
HEINRICH, BALDUR, DIPL.-ING.; DD;

(73) siehe (72)

(74) VEB "OTTO BUCHWITZ" STARKSTROM-ANLAGENBAU DRESDEN, 8060 DRESDEN, PSF 360

(54) VERFAHREN ZUR AUTOMATISIERTEN HERSTELLUNG VON FORMKOEERPEN AUS
DUROPLAST-GIESSHARZMASSEN

Titel der Erfindung

Verfahren zur automatisierten Herstellung von Formkörpern aus Duroplast-Gießharzmassen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus Duroplast-Gießharzmassen für Bauelemente mit elektrischer Isolierfunktion und/oder für mechanische Beanspruchungen mit und ohne Einlageteile insbesondere zur Anwendung in der Elektrotechnik.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Herstellung von Formkörpern aus synthetischen hitzehärtenden Materialien sind zahlreiche Verfahren bekannt, die das Ziel verfolgen, duroplastische Formstoffe wegen ihres günstigen Verhaltens bei dielektrischen Beanspruchungen sowie im Brandfall, hoher Chemikalienresistenz und Temperaturfestigkeit einzusetzen. Die bekannten Verfahren der Isolierstoffverarbeitung zu gehärteten Formkörpern wie das Gießen, das Spritzgießen ohne Kolben und Schnecke und das Spritzgießen mit mechanisch bewegten Teilen haben insgesamt alle Nachteile, die ein kontinuierliches, automatisiertes Verarbeiten von insbesondere hochgefüllten Duroplastgießharzmassen behindern.

Das klassische Gießverfahren ist manuell aufwendig und mit relativ langen Formbelagungszeiten behaftet, auch ermöglicht es keine hohen Füllstoffanteile. Das Spritz-

- gießen ohne bewegliche Teile wie Kolben und Schnecke gestattet nur die Verarbeitung flüssiger Epoxidharzmassen. Eine rationelle Art der Herstellung von Duroplast-Gießharz-Formteilen wurde auch im Spritzgießverfahren gesehen, weil hier eine enge Kopplung der Verfahrensschritte praktisch in einem Aggregat möglich ist und gute Voraussetzungen zum Mechanisieren und Automatisieren bestehen. Ungelöst blieb aber bisher der Einsatz hochreaktiver Gießharzgemische mit hohem Feststoffanteil.
- Es hat nicht an Versuchen gefehlt, wegen der relativ unkomplizierten Verarbeitbarkeit thermoplastischer Kunststoffe auf Spritzgießmaschinen, diese Technologie auch auf Gießharzmassen anzuwenden.
- Aus der DL-PS 122494 ist z.B. ein Verfahren zur Herstellung von geformten synthetischen Kunststoffgegenständen bekannt, wonach durch Zuführen eines Füllstoffes und eines hitzehärtenden Materials zu der Schnecke einer Einspritzvorrichtung oder eines Schneckenextruders die direkte Erzeugung eines gehärteten Formlings oder Extrudats erfolgt. Dabei wird das hitzehärtende Material, welches im wesentlichen aus festen Einzelteilchen besteht und der Füllstoff einzeln oder zusammen dem Zylinder einer Vorrichtung zugeführt und im Zylinder innig vermischt. Es sind auch Verfahren bekannt, die das Problem der Aufbereitung von duroplastischen Preßmassen betreffen. In der DL-PS Nr. 94883 wird z.B. eine kontinuierliche Aufbereitung von duroplastischen Preßmassen in ein- oder mehrwelligen Schneckenmaschinen mit direkt anschließendem Zerkleinern beschrieben, wobei nach einer Mischzone der Schneckenmaschine, in der die Masse in an sich bekannter Weise aufgeschmolzen und homogenisiert wird und in der sie anfängt auszuhärten ein die Kondensationsreaktion unterbrechendes und die Viskosität erniedrigendes Mittel zugegeben wird.
- Mit dieser Maßnahme soll es gelingen, die von der Thermo-plastaufbereitung bekannte Methode der Granulierung direkt

im Anschluß an die Aufbereitung in einer Schneckenma-
 schine auch für die Herstellung von duroplastischen
 Preßmassen nutzbar zu machen. Diese und andere bekannte
 Verfahren orientieren zwar darauf, in Anlehnung an die
 5 Aufbereitung und Verarbeitung von Thermoplastformmassen
 Schneckenmaschinen, Spritzgießvorrichtungen und Extruder
 zu verwenden, um eine endgültige Vermischung von Füll-
 stoffen und hitzehärtenden Materialien ohne Verwendung
 speziell ausgelagerter Mischvorrichtungen zu bewirken so-
 10 wie gegebenenfalls die Füllstoffe und hitzehärtenden Ma-
 terialien direkt einer Form oder einem Spritzkopf zuzu-
 führen, und gehärtete Gegenstände in diesen Maschinen
 herzustellen. Solche Lösungen sind aber auf die sog.
 klassischen Duroplaste, d.h. Aminoplast- Phenolplastharze
 15 beschränkt und klären nicht die anstehende Problematik
 bei hochreaktiven Gießharzgemischen mit hohem Füllstoff-
 anteil unter Einschluß einer erforderlichen Entgasung
 der Ausgangskomponenten. Die Verarbeitung von hochquarz-
 mehlgefüllten Formmassen auf der Basis insbesondere
 20 Epoxidharze beliebiger Viskosität auf Spritzgießmaschi-
 nen stößt vor allen Dingen auf die Problematik des Ver-
 schleißes bei Maschine und Werkzeug (bedingt durch die
 abrasive Wirkung des Quarzmehls) sowie der Beschädigung
 empfindlicher Einlegeteile als Folge der relativ hohen,
 25 anzuwendenden Drücke. Abgesehen davon, konnte eine voll-
 ständige Aufbereitung eines hochreaktiven Gießharzes
 und anschließende unmittelbare Verarbeitung zu qualita-
 tiv hochwertigen Formkörpern bisher nicht befriedigend
 gelöst werden.
 30 Die bisher praktizierte Aufbereitung ist nicht nur zeit-
 und energieaufwendig, sondern erfordert auch größere
 Räume und eine aufwendige Anlagentechnik. Der ganze Ver-
 arbeitungsprozeß wird diskontinuierlich oder muß durch
 Rücklauf überschüssiger Isolierstoffmassen kontinuier-
 35 lich gestaltet werden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus hochreaktiven, gefüllten und hoch-
 5 gefüllten Duroplast-Gießharzmassen anzugeben, wonach die Formkörper auf rationelle, ökonomische Art und Weise automatisiert und mit hoher Qualität hergestellt werden können und dabei ein vertretbarer Verschleiß an Maschinenteilen und Werkzeug auftritt und empfindliche Einlege-
 teile nicht beschädigt werden.

10 Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur automatisierten Herstellung von Formkörpern mit oder ohne Einlageteilen für elektrische und mechanische Beanspruchungen aus hitzehärtendem Material zu schaffen, bei
 15 dem die Herstellung aus den Ausgangskomponenten einer hochreaktiven hochquarzmehlgefüllten Gießharzmasse kontinuierlich in einem Arbeitsgang, d.h. unter Einbeziehung einer vollständigen Aufbereitung, bei unmittelbar nachfolgender Formfüllung und Verfestigung erfolgt.

20 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das Verfahren in seinen 2 Hauptteilen, einer Aufbereitung der Ausgangskomponenten bei ca 80°C und einer Verarbeitung der Gießharzmasse bei > 100°C entsprechend ausgestaltet und aufeinander abgestimmt wird.

25 Die Problematik einer vollständigen Aufbereitung, d.h. auch unter Einschluß einer notwendigen Entgasung der Gießharzkomponentenanteile wird über eine ein- oder mehrstufige Dünnschichtentgasung mit Vakuum im Schneckenextruder gelöst.

30 Entgegen der bisher angewendeten Methoden, eine Entgasung von verarbeitungsfähigen hochreaktiven gefüllten Gießharzmassen durch Verrühren im Vakuum in einem oder mehreren Behältern diskontinuierlich vorzunehmen, wurde überraschenderweise gefunden, daß eine solche Aufberei-

tung in Anlehnung an die Thermoplastaufbereitung vorteilhaft in einem einzigen Arbeitsgang mit dosierter Zuführung und Mischung der Ausgangskomponentenanteile einschließlich des Härters in Form einer Dünnschichtentgasung im Schneckenextruder erfolgen kann, der die unmittelbar angekoppelte Spritzgießmaschine mit der vollständig aufbereiteten Gießharzmasse beschickt. Je nach Anforderung an die Qualität des aufzubereitenden Gießharzes werden ein oder mehrere Entgasungseinheiten verwendet. In der Entgasungseinheit wird infolge der Änderung der Schnecken~~geometrie~~ (Schneckendurchmesser) ein Druckaufbau durch Verengung und nachfolgend ein Druckabbau durch Erweiterung des Schneckenkanals erzielt, wobei die freiwerdenden flüchtigen Bestandteile mit einer Vakuumpumpe bei ≈ 1 Torr abgesaugt werden. Am Ende des Extruders erfolgt ein weiterer Druckaufbau zum Transportieren des Gießharzes zur Schnecke der Verarbeitungseinheit. Im Gegensatz zum Spritzgießen von Duroplasten, das in bekannter Weise zwangsläufig mit hohen Drücken erfolgt, wurde überraschend gefunden, daß die zur Erweiterung des Anwendungsbereiches von Spritzgießautomaten für die Thermoplastverarbeitung geschaffene Zusatzeinrichtung Intrusion, welche mit niedrigen Drücken arbeitet, auch für die Verarbeitung von hochreaktiven quarzmehlgefülltem Epoxidharz auf Spritzgießautomaten eingesetzt werden kann. Damit wird zugleich der allgemeinen Auffassung widersprochen, daß ein Verarbeiten von hochreaktiven quarzmehlgefülltem Gießharz auf herkömmlichen Spritzgießmaschinen auf Grund des Verschleißes bei Maschine und Werkzeug unzweckmäßig und mit großen ökonomischen Nachteilen verbunden ist. Erreicht wird die vorteilhafte Anwendung, indem die Schnecke der Spritzgießmaschine als Förder-
schnecke ohne zusätzlichen statischen Druck arbeitet und die Gießharzmasse in die beheizte Form schiebt. Bei Formfüllung wird die Rotation unterbrochen und bei auftreten-

dem Materialschwund erfolgt durch axiale Verschiebung der jetzt als Kolben wirkenden Förderschnecke, der Schwundausgleich. Infolge ihrer hohen Viskosität ist die in den Formhohlraum einströmende Gießharzmasse in der Lage, die dort befindliche Luft deren vergleichsweise sehr geringe innere Reibung praktisch ohne Einfluß ist zu verdrängen. Bei entsprechender Wahl der Nachdruckhöhe kann unter Beachtung einer äquivalenten Werkzeugzuhaltezeit auf Lüftungsschlitze im Werkzeug bezüglich einer ausreichenden Entlüftung ohne Nachteile verzichtet werden. Die Vorteile der Intrusion gegenüber dem normalen Spritzguß fallen besonders dann ins Gewicht, wenn vergleichsweise große Formkörper, wie z.B. die im Ausführungsbeispiel beschriebene 12 kV Durchführung, aus Gießharzmasse herzustellen sind. Das Nennvolumen dieser Formkörper kann dabei weit über dem der Gießeinheit der Verarbeitungsmaschine liegen und wird nur durch die Abmessungen der Schließeinheit begrenzt. Dadurch ist es möglich, Formkörper mit großen Volumina auf kleinen Spritzgießmaschinen herzustellen. Weitere Vorteile sind geringe Investitionskosten und vergleichsweise geringe Werkzeugkosten infolge der im Verfahren angewandten relativ kleinen Schließ- und Spritzdrücke. Durch die kontinuierliche Aufbereitung großer Mengen Gießharz im Extruderdurchlauf und die unmittelbar nachfolgende Vorbereitung der hochreaktiven Gießharzmasse durch Intrusion wird eine entscheidende Senkung der Zykluszeit pro Formkörper erreicht. Die quantitativ hohen Füllstoffanteile gestalten gegenüber dem Gießverfahren den Materialpreis günstig. Die dadurch entstehende hohe Viskosität der Gießharzmasse läßt eine Verarbeitung im Gießverfahren nicht zu, wirkt sich jedoch vorteilhaft auf das Einzugs- und Fließvermögen in der Förderschnecke der Spritzgießmaschine aus. Erfindungswesentlich ist, daß die aus den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten im einzelnen und in einem anderen Zusammenhang an sich bekannten Verfahrenselemente sich sinnvoll zur erfindungsgemäßen Lösung der gestellten Aufgabe vereinigen lassen und durch die Kombination der offenbarten Merkmale be-

sonders vorteilhaft großvolumige Formkörper, die ggf. auch empfindliche Einlegeteile enthalten, aus hochreaktiven, hochquarzmehlgefüllten Gießharzmassen hergestellt werden können. Damit wurde ein längst bestehendes Bedürfnis auf diesem Gebiet erfüllt.

Ausführungsbeispiel

Zur Herstellung einer 12 kV-Durchführung aus einem hochreaktiven hochquarzmehlgefüllten Gießharzgemisch wird nach an sich bekannten Verfahrensschritten einer dosierten Zuführung und Mischung von Ausgangskomponenten eine Dünnschichtentgasung im Schneckenextruder vorgenommen.

In einem Doppelschneckenextruder erfolgt an einer ersten Eingabestelle die Eingabe von 100 Masseteilen Epoxidharz ED 16 mit einem Epoxidäquivalent 248 und mit einer Viskosität von ca. 4000 cP bei 60°C. Die Doppelschnecke fördert das Harz zu einer zweiten Eingabestelle, wo 300 Masseteile Quarzmehl der Mahlung 9 zugegeben werden und durch Rotieren der Schnecke gemischt werden. Die Förderung des Harz-Quarzmehlgemisches zur 1. Entgasungseinheit erfolgt bei 100°C, sowie bei veränderter Schneckengeometrie, die einen Druckaufbau bewirkt. In dieser Entgasungseinheit wird ein Druckgefälle durch erneute Änderung der Schneckengeometrie erzeugt, wobei die in der Masse enthaltenen gasförmigen Bestandteile freigesetzt und durch ein Vakuum ≈ 10 Torr, welches von einer Drehschiebervakuumpumpe erzeugt wird, abgesaugt werden. Durch die dünne Schicht des Harz-Quarzmehlgemisches im Schneckenang wird eine effektive Entgasung gewährleistet. Nach dieser Vorentgasung werden an einer dritten Eingabestelle 55 Masseteile Hexahydrophthalsäureanhydrid als Härtemittel der Doppelschnecke bei 90°C zugeführt. Anschließend wiederholt sich der Vorgang Druckaufbau und Druckgefälle in der zweiten Entgasungseinheit, wo ein Grobvakuum von 20 Torr das Gemisch entgast. Danach erfolgt durch Veränderung der Schneckengeometrie der Druckaufbau für den

Transport des Gießharz-Quarzmehl-Härter-Gemisches zur Verarbeitungseinheit, die aus einer Spritzgießmaschine mit Intrusions-Zusatz~~ein~~richtung besteht und das Spritzgießwerkzeug einschließt. Der im Schneckenextruder entstehende kontinuierliche Materialfluß wird gleichzeitig mit der Rotation der Förderschnecke der Spritzgießmaschine unterbrochen, falls nicht über eine Verteilereinrichtung mehrere Spritzgießmaschinen mit Harz-Quarzmehl-Härte-Gemisch beschickt werden. Kombinierte Heiz-Kühlelemente sorgen für die erforderliche Temperaturführung im Schneckenzyylinder. An einer vierten Eingabestelle wird in die Spritzgießmaschine das Gießharz-Quarzmehl-Härter-Gemisch und an einer fünften Eingabestelle 0,1 MT Dimethylbenzylamin als Beschleuniger eingegeben und in der Förderschnecke durch deren Rotation vermischt. Die Förderschnecke der Spritzgießmaschine arbeitet nach dem Intrusionsprinzip. Durch Rotation der Schnecke wird die Isolierstoffmasse in das auf 155°C temperierte Spritzgießwerkzeug eingegeben. Der bei der Formfüllung entstehende Gegendruck schiebt die Förderschnecke bis zu einem Anschlag zurück, die Schneckenrotation wird unterbrochen und die stillstehende Schnecke wirkt als Kolben, der den Nachdruck erzeugt und die vor ihm befindliche Isolierstoffmasse zum Schwundausgleich in den gelierenden Formkörper drückt. Die 12 kV Durchführung wird nach einer Zykluszeit von 7 Minuten entformt, sie ist blasenfrei mit einer fehlerlosen glatten Oberfläche.

Erfindungsanspruch

Verfahren zur automatisierten Herstellung von Formkörpern aus Duroplastgießharzmasse in einem kontinuierlichen Prozeß durch Zuführung zum Mischen und Homogenisieren der Ausgangskomponentenanteile in einem Schneckenextruder, Transport zu einer Verarbeitungseinheit, Füllen in eine Form und Verfestigen, dadurch gekennzeichnet, daß während des Mischens im Schneckenextruder eine Dünnschichtentgasung der Bestandteile der reaktiven, hochgefüllten, hitzehärtenden Gießharzmasse in der Verarbeitungseinheit der Beschleuniger beigemischt und die hochreaktive Gießharzmasse durch Intrusion in das Spritzgießwerkzeug gefördert wird.