



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

51 Int. Cl.³: B 01 F 15/04
G 05 D 11/13



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 **PATENTSCHRIFT** A5

11

622 962

21 Gesuchsnummer: 7699/76

22 Anmeldungsdatum: 16.06.1976

30 Priorität(en): 19.06.1975 DE 2527378

24 Patent erteilt: 15.05.1981

45 Patentschrift veröffentlicht: 15.05.1981

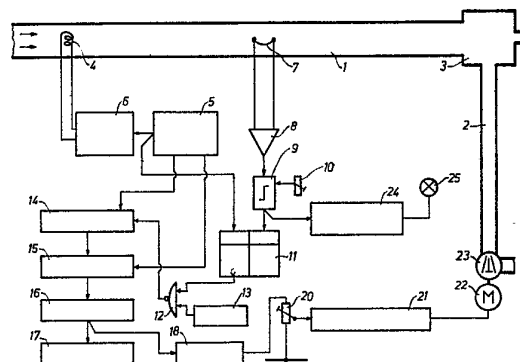
73 Inhaber:
Bayer Aktiengesellschaft, Leverkusen (DE)

72 Erfinder:
Richard Juffa, Köln 80 (DE)
Georg Wawra, Leverkusen (DE)
Walter Uerdingen, Schildgen (DE)

74 Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

54 Verfahren und Vorrichtung zur Dosierung von Mehrkomponenten-Flüssigsystemen.

57 Beim Dosieren der Komponenten werden letztere durch getrennte Zuleitungen (1, 2) in eine Mischkammer (3) gefördert, wobei in einer Zuleitung (1) ein Wärmeimpuls, z.B. mittels Heizung (4), erzeugt und die Laufzeit des Impulses ermittelt wird, z.B. unter Verwendung eines Wärmefühlers (7) und geeigneten Erfassungseinrichtungen (8 - 21), um die Mengenströmung der anderen Zuleitung (2) entsprechend einzuregulieren.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Dosierung von Mehrkomponenten-Flüssigkeitssystemen, insbesondere von chemisch-reaktiven Komponenten, bei dem die Komponenten durch getrennte Leitungen in eine Mischkammer gefördert werden, dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens einer der Leitungen ein Wärmeimpuls in die Strömung injiziert wird und die Laufzeit des Wärmeimpulses gemessen wird, dass die gemessene Laufzeit in eine ihr umgekehrt proportionale elektrische Spannung umgewandelt und die Mengenströme in den anderen Leitungen proportional zu dieser Spannung eingeregelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufzeitmessung periodisch erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeder am Ende der Laufzeitmessstrecke ankommende Wärmeimpuls einen neuen Wärmeimpuls triggert, der in die Strömung injiziert wird und dass die daraus resultierende Impulsfrequenz als Mass für den Mengenstrom herangezogen wird.

4. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3, mit in eine Mischkammer mündende Zuleitungen, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Zuleitungen (1) zur Mischkammer (3) eine Laufzeitmessstrecke zur Mengenstrommessung aufweist, die aus einem in die Leitung (1) eingebauten Heizdraht (4) und einem an einer anderen Stelle dieser Leitung eingebauten thermoelektrischen Wärmefühler (7) besteht, dass der Wärmefühler (7) mit einem elektronischen Code-Wandler (16) und Digital-Analog-Wandler (18) verbunden ist, der ein der Laufzeit umgekehrt proportionales elektrisches Signal erzeugt, das in einen Leistungsverstärker (21) verstärkt wird und dass der Leistungsverstärker jeweils an eine elektrisch betätigte Dosiervorrichtung (22, 23) angeschlossen ist, deren Dosiergeschwindigkeit proportional zur angelegten Spannung ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dosiervorrichtung aus einer Verdrängerpumpe besteht.

6. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dosiervorrichtung aus einem elektrisch betätigten Stellventil besteht.

7. Einrichtung nach den Ansprüchen 4–6, dadurch gekennzeichnet, dass die Impulsdauer 1 bis 100 ms beträgt und der Abstand Heizdraht (4) – Wärmefühler (7) im Bereich von 5 bis 500 mm liegt.

8. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 zur Dosierung von pigmentierten und unpigmentierten Zweikomponenten-Lacksystemen, bei dem die beiden Komponenten durch zwei getrennte Leitungen in eine Mischkammer gefördert werden.

9. Anwendung nach Anspruch 8 zur Herstellung von Polyurethan-Reaktionsgemischen.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Dosierung von Mehrkomponenten-Flüssigkeitssystemen, bei dem die Komponenten mit Hilfe von Dosiervorrichtungen über getrennte Leitungen in eine Mischkammer gefördert und anschließend weiterverarbeitet werden. Insbesondere richtet sich die Erfindung auf die Dosierung von Zweikomponentensystemen mit chemisch reaktiven Flüssigkeiten.

Flüssige Zweikomponentensysteme z. B. auf Basis von Epoxy-Harzen oder Polyurethanen werden zur Herstellung von Kunststoffen, wie z. B. Schäumen, Elastomeren oder Beschichtungsmassen, verwendet. Auch Zweikomponenten-Lacksysteme gewinnen in den letzten Jahren immer stärkere

Bedeutung. Insbesondere in der Fahrzeugindustrie wird hiervon mehr und mehr Gebrauch gemacht. Der Grund hierfür liegt in den überlegenen Eigenschaften solcher Zweikomponenten-Lacksysteme. Die Qualität kann aber nur dann eingehalten werden, wenn die Komponenten mit hoher Genauigkeit dosiert werden. Die in der Serienfertigung zumeist angewandte Lackspritztechnik setzt eine kontinuierliche Dosierung voraus, wobei die einmal eingestellte Dosiergeschwindigkeit für das jeweilige System stets konstant bleiben muss. Dosierschwankungen können zu gravierenden Qualitätseinbußen, z. B. der Farbton- oder Wetterbeständigkeit führen.

Die bisher bekannten und verwendeten Zweikomponenten-Dosiereinrichtungen genügen diesen Anforderungen nicht. Alle zwangsfördernden Pumpen sind bei abrasiven und zur Sedimentation neigenden Medien störanfällig. Bewegliche Teile verschleissen und werden undicht, wodurch das vorgegebene Mengenverhältnis geändert wird.

Die einfachste Methode der Dosierung einer Flüssigkeit durch Anwendung eines konstanten Überdruckes auf eine in einem Behälter befindliche Flüssigkeit versagt bei Zweikomponentenanlagen. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass beim Mischvorgang in der Mischkammer Druckschwankungen stattfinden, die die Mengenströme in die Mischkammer beeinflussen. Des Weiteren können durch Leckage und Viskositätsänderungen Druck- und damit Mengenschwankungen in allen Leitungen auftreten, die die zulässige Toleranz des Mengenverhältnisses überschreiten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Dosierverfahren für Mehrkomponenten-Flüssigkeitssysteme zu schaffen, das eine genaue und reproduzierbare Dosierung unabhängig vom Förderdruck, von der Dichte der Viskosität und der Temperatur der Komponenten erlaubt. Dabei handelt es sich vorwiegend um kleine Ausstossraten (50–200 cm³/min pro Komponente) wie sie z. B. bei Spritzlackierungen und Beschichtungen üblich sind. Die Reproduzierbarkeit der Dosierung darf auch nicht durch Flüssigkeitskomponenten mit abrasiven Pigmenten beeinträchtigt werden.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs beschriebenen Verfahren erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass in mindestens einer der zur Mischkammer führenden Leitungen ein Wärmeimpuls in die Strömung injiziert wird und die Laufzeit des Wärmeimpulses gemessen wird. Die so gemessene Laufzeit wird sodann in eine ihr umgekehrt proportionale elektrische Spannung umgewandelt und die Mengenströme in den Leitungen zur Mischkammer proportional zu dieser Spannung eingeregelt. Der Proportionalitätsfaktor kann dabei für die verschiedenen Leitungen verschieden sein und wird jeweils vorzugsweise durch einen Spannungsteiler eingestellt. Dadurch wird das Verhältnis der Mengenströme untereinander festgelegt.

Wird das erfindungsgemässe Verfahren auf ein Zweikomponentensystem angewendet, so erfolgt die Laufzeitmessung vorzugsweise in der einen Zuleitung zur Mischkammer, während der Mengenstrom in der anderen Leitung proportional zu dem bei der Laufzeitmessung erzeugten Spannungssignal eingeregelt wird. Die beiden Mengenströme stehen dann unabhängig von dem absoluten Durchsatz stets in einem festen Verhältnis zueinander.

Vorteilhaft erfolgt die Laufzeitmessung periodisch. Gemäss einer modifizierten Ausführung der Erfindung erzeugt jeder am Ende der Laufzeitmessstrecke ankommende Wärmeimpuls einen neuen Impuls, der in die Strömung injiziert wird. Die daraus resultierende Impulsfrequenz kann dann als Mass für den Mengenstrom herangezogen werden.

Die Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens geht von einer Mischkammer aus, in deren Zuleitungen Dosiervorrichtungen eingebaut sind. Sie ist dadurch gekennzeichnet,

a) dass mindestens eine der Zuleitungen zur Mischkammer eine Laufzeitmessstrecke zur Mengenstrommessung aufweist, die aus einem in die Leitung eingebauten Heizdraht und einem an einer anderen Stelle dieser Leitung eingebauten thermoelektrischen Wärmefühler besteht.

b) dass der Wärmefühler mit einem elektronischen Umsetzer verbunden ist, der ein der Laufzeit umgekehrt proportionales elektrisches Signal erzeugt, das in einem Leistungsverstärker verstärkt wird und

c) dass der Leistungsverstärker jeweils an eine elektrisch betätigte Dosiervorrichtung angeschlossen ist, deren Dosier-rate proportional zur angelegten Spannung ist. Die Dosiervorrichtung kann dabei aus einer handelsüblichen Verdrängerpumpe oder aus einem elektrisch betätigten Stellventil bestehen.

Die Laufzeitmessstrecke ist vorteilhaft so ausgeführt, dass die Impulsdauer der Wärmeimpulse 1 bis 100 ms beträgt und der Abstand Heizdraht-Wärmefühler im Bereich von 5 bis 500 mm liegt.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens besteht darin, dass keine genau arbeitenden Dosierpumpen benötigt werden. Solche Pumpen sind im allgemeinen sehr stör anfällig. Ferner arbeitet die erfindungsgemässe Mengenstromregelung ohne bewegliche Teile und ist unabhängig vom Druck, der optischen Transparenz, der elektrischen Leitfähigkeit und der Viskosität der Komponenten. Es können auch sehr kleine Mengenströme dosiert werden, wobei das Totvolumen der Messeinrichtung sehr gering ist. Auf Grund des geringen Bauvolumens kann die Laufzeitmessstrecke und damit die Regelvorrichtung auch an handbetätigten Mischköpfen angebracht werden. Austausch und Reinigung sind wegen des einfachen Aufbaus problemlos.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild für die geregelte Dosierung eines Zweikomponentengemisches nach dem Prinzip der Laufzeitmessung und

Fig. 2 eine modifizierte Laufzeitmessstrecke mit Rückkopplung vom Wärmefühler zum Wärmeimpulsgeber.

Gemäss Fig. 1 wird die eine Komponente, z. B. eine Lösung eines hydroxylgruppenhaltigen Polyesterharzes mit 60 Gewichtsprozent Feststoffgehalt, durch die Zuleitung 1 und die zweite Komponente, z. B. ein Härter auf der Basis von Polyisocyanaten, durch die andere Zuleitung 2 in die Mischkammer 3 gefördert. Die Mischkammer 3 ist direkt mit einer Spritzpistole verbunden. Die Förderung der Komponenten erfolgt durch Anwendung eines Luft- oder Stickstoffüberdruckes in einem geschlossenen Vorratstank oder aus Ringleitungen, wie sie in der Automobilindustrie üblich sind.

Das Mengenstromverhältnis der beiden Komponenten muss im Hinblick auf eine gleichbleibende Qualität der Lackierung stets konstant gehalten werden. Zur Messung der Regelung des Mengenstromverhältnisses wird in die Mitte der Leitung 1 ein Platinheizdraht 4 eingebaut und durch einen Taktgenerator 5 mit nachfolgendem Leistungsverstärker 6 periodisch oder aperiodisch durch Stromimpulse aufgeheizt. Der Widerstand des Platindrahtes 4 beträgt 1,5 Ohm und die Höhe des Spannungsimpulses 5 Volt. Die Impulsdauer liegt bei 50 ms. Ein Teilbereich der strömenden Flüssigkeit wird durch den Stromimpuls erwärmt und mit der Strömung als Wärmefropfen fortgeführt. Der Wärmefropfen erreicht in einer Entfernung von 50 mm in Strömungsrichtung den in der Strömungsmittel eingebauten thermoelektrischen Wärmefühler 7. Der Wärmefühler 7 ist hier ein Differenzthermoelement mit sehr geringer Ansprechzeit, wodurch sichergestellt wird, dass langsame Änderungen der Grundtemperatur der Flüssigkeit keinen Einfluss auf die Messung haben. Andererseits wird der

Temperaturanstieg beim Vorbeiströmen des Wärmefropfens unverzögert erfasst. Anstelle eines Thermoelementes können im Prinzip auch andere thermoelektrische Fühler z. B. NTC-Widerstände oder Widerstandsthermometer verwendet werden.

Der durch den Wärmefropfen im Differenzthermoelement 7 erzeugte Spannungsimpuls wird mit einem Verstärker 8 derart verstärkt, dass die Spannung ausreicht, um einen Spannungskomparator 9 zu erregen. Die Komparatorschwelle wird so eingestellt, dass der Komparator 9 beim Anstieg der Thermospannung sofort schaltet.

Gleichzeitig mit dem Stromimpuls durch den Heizdraht 4 wird ein bistabiler Multivibrator 11 gesetzt und beim Empfang des ankommenden Wärmefropfens über den Komparator 9 wieder rückgesetzt. Die Zeit, während der der bistabile Monovibrator 11 gesetzt ist, entspricht der Laufzeit des Wärmefropfens in der Leitung 1. Die Laufzeit ist der Strömungsgeschwindigkeit der Komponente in dieser Leitung umgekehrt proportional.

Die Messung der Laufzeit erfolgt digital: Während der Setzeit des Multivibrators 11 werden über eine Torschaltung 12 Zeittaktimpulse aus einem Impulsgenerator 13 in einen Impulszähler 14 eingezählt. Die während eines Messtaktes eingezählten Impulse werden nach jeder Messung bis zum Beginn des nächsten Messtaktes in einem Digitalspeicher 15 zwischengespeichert. Zur Umsetzung der gemessenen Laufzeiten in Mengenströme wird ein fest programmierter Code-Wandler 16 benutzt (z. B. ein ROM-Bauelement, «read only memory»). Er bildet den Reziprokwert der Laufzeit. Ferner werden durch diesen Baustein eventuell erforderliche Eichkorrekturen, die sich aus dem Strömungsprofil der Flüssigkeit ergeben, durchgeführt. Zur direkten digitalen Anzeige der Flüssigkeitsmenge pro Zeiteinheit (Mengenstrom) in der Leitung 1 wird der Ausgang des Code-Wandlers 16 (Umsetzer) auf eine Ziffernanzeigeinheit 17 geschaltet. Zur Analoganzeige und zur Gewinnung eines Signals für Regelzwecke wird das digitale Ausgangssignal des Code-Wandlers 16 durch einen Digitalanalogwandler 18 in eine Analogspannung umgesetzt. Diese Spannung wird über einen Spannungsteiler 20 geführt, mit dem das gewünschte Verhältnis zwischen dem Mengenstrom der Komponente in der ersten Leitung 1 und dem zu regelnden Mengenstrom in der zweiten Leitung 2 vorgewählt wird. Die Regelung der zweiten Komponente erfolgt in der Weise, dass die vom Spannungsteiler 20 kommende Sollwertspannung einem Proportionalleistungsverstärker 21 zugeführt wird, der den Antriebsmotor 22 für eine Kolbendosierpumpe 23 in der Leitung 2 speist. Anstelle einer Kolbendosierpumpe kann auch ein motorisch betriebenes Stellventil bzw. eine Blende treten.

Zur selbsttätigen Überwachung der Regelvorrichtung wird der vom Differenzthermoelement 7 empfangene und verstärkte Spannungsimpuls einem retriggerbaren monostabilen Multivibrator 24 zugeführt, der beim Aussetzen der Impulsfolge (z. B. verursacht durch einen Defekt des Heizdrahtes 4, Thermoelementes 7, Impulsverstärker 8 oder durch einen Stillstand der Strömung) eine Alarmeinrichtung 25 betätigt. Bei gewollter Unterbrechung der Strömung wird diese Überwachungsschaltung vorübergehend ausser Betrieb gesetzt. Hier-von wird Gebrauch gemacht, wenn eine intermittierende Dosierung gewünscht wird.

Bei einer verbesserten Ausführung des Regelkreises wird statt der analogen Mengenregelung eine direkte digitale Regelung durchgeführt. Zu diesem Zweck wird als Antrieb für die Kolbendosierpumpe 23 ein frequenzproportionaler Steuermotor (z. B. Schrittmotor) benutzt, der direkt mit dem verstärkten digitalen Ausgangssignal des Code-Wandlers 16 gespeist wird.

Eine Variante der erfindungsgemässen Regelung für ein Zweikomponentensystem besteht darin, dass in beiden Leitun-

gen eine Laufzeitmessstrecke eingebaut und die Mengenströme in beiden Leitungen geregelt werden. Bei dieser Ausführung kann nicht nur das Mengenverhältnis der Komponenten, sondern auch die Absolutmenge des fertigen Gemisches konstant gehalten werden. Diese Ausführung kann im übrigen auch zur Regelung eines Einkomponentensystemes herangezogen werden.

Eine weitere Möglichkeit der Signalverarbeitung ist in Fig. 2 schematisch dargestellt. Der durch den Wärmepfropfen erzeugte Spannungsimpuls wird hier zur Triggerung eines neuen Wärmeimpulses im Impulsgenerator 5 benutzt; d. h. jeder am Thermoelement 7 ankommende Wärmepfropfen löst sofort einen neuen Wärmeimpuls am Heizdraht 4 aus. Die daraus resultierende Impulsfrequenz ist direkt proportional zum Mengenstrom in der Leitung 1. Sie kann in ähnlicher Weise, wie bereits im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben, zur Regelung der zweiten Komponente herangezogen werden.

Mit der gemäss Fig. 2 beschriebenen Anordnung wurden Zweikomponentenpolyurethanlacke spritzfertig hergestellt und verarbeitet. Die eine Komponente enthielt die Polyesterlösung mit Pigmenten und abrasiven Zuschlagstoffen (z. B. SiO_2 -haltige Pigmente), während die andere Komponente aus einer Härterlösung auf der Basis von Polyisocyanaten bestand. Die Dosierung solcher Gemische ist normalerweise wegen der Korrosion an den Mess- und Dosierorganen schwierig. Bei der Laufzeitmessstrecke konnten auch nach längerem Betrieb keinerlei Korrosionserscheinungen beobachtet werden. Wichtig ist dabei, dass das Messorgan keine beweglichen Teile besitzt. Es kann zu Reinigungszwecken leicht aus- und wieder

eingebaut werden. Aufgrund des Messprinzips geht die Viskosität – im Gegensatz zu den meisten anderen Messmethoden für die Strömungsgeschwindigkeit – nicht in die Messung ein. Erfahrungsgemäss treten keine Schwierigkeiten auf bei der Dosierung von Flüssigkeiten mit einer Viskosität von 50 bis 2000 cP und Mengeströmen von 20 bis 1000 cm^3/min pro Komponente.

Das neue Regelverfahren wurde auch bei der Herstellung von Polyurethanschäumen erprobt. Hierzu wird ein Reaktionsgemisch aus Diisocyanaten, Polyolen und Wasser nebst Emulgatoren, Dispergatoren und Katalysatoren hergestellt (siehe z. B. Kunststoff-Handbuch, Band 7, Polyurethane, Karl Hanser Verlag München 1966, Seite 144 bis 149). Zum Herstellen von Polyurethanschäumen finden als erste Hauptkomponente beispielsweise Verwendung mindestens zwei Hydroxylgruppen aufweisende Polyhydroxylverbindungen vom Molekulargewicht 62 bis 10 000, vorzugsweise 62 bis 5000; z. B. mindestens zwei, in der Regel zwei bis acht, vorzugsweise aber zwei Hydroxylgruppen aufweisende Polyester, Polyäther, Polythioäther, Polyacetale, Polycarbonate, Polyesteramide. Die zweite Hauptkomponente besteht vornehmlich aus aliphatischen, cycloaliphatischen, araliphatischen und aromatischen Polyisocyanaten. Insbesondere benutzt man die technisch leicht zugänglichen Polyisocyanate, z. B. das 2,4- und 2,6-Toluylendiisocyanat sowie beliebige Gemische dieser Isomeren und Polyphenylpolymethan-polyisocyanate. Die Komponenten müssen sehr genau dosiert werden. Dabei hat sich die oben beschriebene Regelung nach dem Prinzip der Laufzeitmessung sehr bewährt.

