

SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 696 110 A5**

(51) Int. Cl.: **B01F 11/00** (2006.01)
B01F 5/04 (2006.01)
B01F 13/10 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENT SCHRIFT**

(21) Gesuchsnummer: 01370/05

(73) Inhaber:
Fluitec Georg AG, Seuzachstrasse
8413 Neftenbach (CH)

(22) Anmeldedatum: 19.08.2005

(72) Erfinder:
Alain Georg, 8408 Winterthur (CH)
Tobias Vögeli, 8400 Winterthur (CH)
Martin B. Däscher, 8408 Winterthur (CH)
Silvano Andreoli, 8406 Winterthur (CH)

(24) Patent erteilt: 29.12.2006

(74) Vertreter:
Isler & Pedrazzini AG, Gotthardstrasse 53
8023 Zürich (CH)

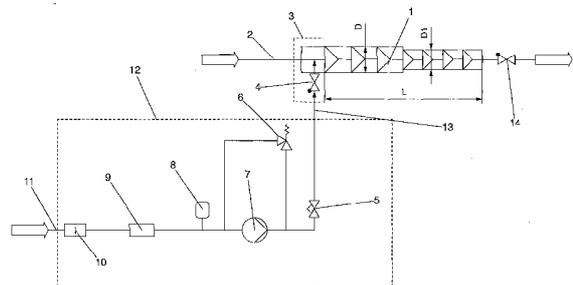
(45) Patentschrift veröffentlicht: 29.12.2006

(54) **Mischeranordnung mit einem statischen Mischer und mit einem Additiv-Dosiermodul**

(57) Die Erfindung betrifft eine Mischeranordnung mit einem statischen Mischer und mit einem Additiv-Dosiermodul mit einer oszillierenden, einköpfigen Dosierpumpe (7) zur kontinuierlichen Zuführung von einem flüssigen Additiv in den vorzugsweise mehrstufigen, statischen Mischer (1). Das Additiv-Dosiermodul umfasst gemäss Fig. 1 eine Durchflussmessung (9), einen Pulsationsdämpfer (8), eine oszillierende, einköpfige Dosierpumpe (7) und mindestens eine im Additivstrom (11) anzuordnende Absperrarmatur (5), wobei die Mindesthubzahl H_{min} der oszillierenden, einköpfigen Dosierpumpe (7) gemäss der Beziehung

$$H_{min} = \frac{u_{z\ max}}{18.129 \cdot Bo^{-0.7578} \cdot D} \quad (5)$$

berechnet wird. Der statische Mischer (1) ist über die Rohrleitung (13) mit maximal 5 Impfstellen (3) verbunden. Die Impfstellen sind vorzugsweise mit Rückschlagventilen oder Düsen ausgerüstet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Mischeranordnung mit einem statischen Mischer und mit einem Dosiermodul mit einer Dosierpumpe zur kontinuierlichen Zuführung von einem flüssigen Additiv in den statischen Mischer, sowie eine Rohrordnung hierfür.

[0002] Statische Mischer sind Apparate mit feststehenden Einbauten, die unter Nutzung der Strömungsenergie die Mischung fluider Produktströme bewirken. Sie werden zur kontinuierlichen sowie vermehrt auch zur diskontinuierlichen Homogenisierung und Dispergierung in allen Bereichen des Chemie-Ingenieur-Wesens eingesetzt. Mit fortschreitender Automation wird die Entwicklung von komplexen Mischsystemen mit statischen Mixern aktuell. Da Wartung und Verschleiss vernachlässigbar sind, der Einbau meist nur wenig Platzbedarf erfordert und der Einsatz über einen weiten Viskositätsbereich erfolgen kann, werden statische Mischer zunehmend für kontinuierliche und diskontinuierliche Prozesse eingesetzt.

[0003] Dosiertechnik für statische Mischer bedeutet: kontrollierte, gleichzeitige und pulsationsfreie Zugabe von Additiv- und Hauptstrom in einen statischen Mischer. Da statische Mischer generell nur eine geringe axiale Rückmischung aufweisen, müssen die Komponenten zeitlich konstant zudosiert werden. Statische Mischer besitzen dafür eine hohe radiale Mischleistung. Strömungsunterbrüche oder starke Pulsationen von Additiv- oder Hauptstrom führen somit zu momentanen Konzentrations-Schwankungen, welche zu einer ungenügenden Mischleistung führen können.

[0004] Daher werden für Flüssigadditive grundsätzlich nur pulsationsfreie, bzw. pulsationsarme Dosierpumpen wie Zahnrad-, Excenterschnecken oder Gleitschieberpumpen eingesetzt. Diese Pumpen haben sich für eine Vielzahl von Anwendungen bewährt. Bei höheren Betriebsdrücken, bei kleinen Dosiermengen sowie bei geringen Viskositäten (<30 mPas) sind diese Pumpen jedoch nur beschränkt einsetzbar. Zudem werden bei chemisch aggressiven Flüssigkeiten zur Abdichtung magnetgekuppelte Systeme eingesetzt, die sehr teuer sind.

[0005] Verbreitet sind daher auch oszillierende Verdrängerpumpen wie Membran- oder Kolbendosierpumpen, die als Mehrzylinderpumpen, meist als Triplexpumpen eingesetzt werden. Dies bedeutet, dass eine Pumpe mit drei Pumpenköpfen vorgesehen werden muss, was jedoch eine aufwendige und sehr teure Lösung darstellt.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Dosiermodul mit einer oszillierenden, einköpfigen Dosierpumpe zur kontinuierlichen Zuführung von einem flüssigen Additiv in einen statischen Mischer zu schaffen, bei dem der Durchfluss kontrolliert und überwacht werden kann. Zu diesem Zweck müssen Berechnungsgrundlagen geschaffen werden, die den sicheren Einsatz der oszillierenden, einköpfigen Dosierpumpe sicherstellen. Dies ist umso wichtiger, da das Einsatzfeld oszillierender, einköpfiger Dosierpumpen mit statischen Mixern sehr begrenzt ist.

[0007] Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäss für eine Mischeranordnung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Für eine Rohrordnung wird die Lösung durch die Merkmale des Anspruchs 12 angegeben.

[0009] In der folgenden Beschreibung wird das Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 schematisch ein Ausführungsbeispiel mit dem Additiv-Dosiermodul, einer Impfstelle und einen mehrstufigen statischen Mischer.

Das erfindungsgemässe Additiv-Dosiermodul 12 für statische Mischer weist gemäss Fig. 1 folgende Merkmale auf:

- eine im Additivstrom 11 anzuordnende Durchflussmessung 9 vor der oszillierenden, einköpfigen Dosierpumpe 7
- einen im Additivstrom 11 anzuordnenden Pulsationsdämpfer 8 vor der oszillierenden, einköpfigen Dosierpumpe 7
- eine oszillierende, einköpfige Dosierpumpe 7 mit mindestens einer Überdruckabsicherung 6
- mindestens eine im Additivstrom 11 anzuordnende Absperrarmatur 5.

[0010] Der Einsatz des erfindungsgemässen Dosiermoduls ist nur möglich, wenn die Anzahl Hübe der oszillierenden, einköpfigen Dosierpumpe an die Rückmischung im statischen Mischer 1 angepasst wird. Ein Mass für die mögliche Rückmischung ist die Breite der Verweilzeitverteilung im statischen Mischer nach dem 1-d-Dispersionsmodell. Diese Modellvorstellung nimmt den 1-dimensionalen Vorgang in einem Strömungsrohr (Pfropfenströmung) als Ansatzpunkt. In Richtung z erfolgt eine Strömungsgeschwindigkeit u_z , die bei dem jeweiligen Mischerquerschnitt A praktisch konstant ist. Durch molekulare Diffusion, turbulente Konvektion und durch das durch Randraubung (Rauheit) bewirkte parabolische Geschwindigkeitsprofil (bsp. laminare Rohrströmung) wird es zu Abweichungen von der idealen Rohrströmung kommen. Als Grösse zur Erfassung dieser Effekte wird der axiale Dispersionskoeffizient D_{ax} verwendet, der somit ein Mass für die Rückvermischung ist. Die Ansatzgleichung für das 1-d-Dispersionsmodell lautet:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -u_z \cdot \frac{\partial c}{\partial z} + D_{ax} \cdot \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \quad (G1)$$

und wird, um eine Lösung zu erleichtern, in dimensionsloser Form angeschrieben. Für den stationären Fall entsteht dann:

$$\frac{\partial \left(\frac{c}{c_0} \right)}{\partial \left(\frac{t}{\tau} \right)} = - \frac{\partial \left(\frac{c}{c_0} \right)}{\partial \left(\frac{z}{L} \right)} + \left(\frac{D_{ax}}{u_z \cdot L} \right) \cdot \frac{\partial^2 \left(\frac{c}{c_0} \right)}{\partial \left(\frac{z}{L} \right)^2} = 0 \quad (G2)$$

[0011] Darin ist die dimensionslose Kenngrösse enthalten, nämlich die so genannte Bodenstein-Zahl,

$$Bo = \frac{u_z \cdot L}{D_{ax}} \quad (G3)$$

die mit einer «charakteristischen Länge» L des statischen Mischers definiert ist. Die exakte Lösung der stationären und dimensionslosen Gleichung lautet (nach Levenspiel und Smith):

$$c_i \{ \theta, Bo \} = h(\theta) = \sqrt{\frac{Bo}{4 \cdot \pi \cdot \theta}} \cdot e^{\left[-\frac{(1-\theta)^2 \cdot Bo}{4 \cdot \theta} \right]} \quad (G4)$$

[0012] Als Grenzfälle des Dispersionsmodells ergeben sich das Verdrängungs-Modell ohne axiale Dispersion für $Bo = \infty$ (ideale Rohrströmung) und das Rückvermischungsmodell mit axialer Dispersion für $Bo = 0$ (idealer Rührkessel). Mit der Beschreibung der axialen Rückmischung über die Bodenstein-Zahl im statischen Mischer 1, kann jetzt eine Formel für die Mindesthubzahl H_{min} der oszillierenden, einköpfigen Dosierpumpe 7 hergeleitet werden. Vorzugsweise wird der Ansatz für Bodenstein-Zahlen von 30 bis 400 im statischen Mischer 1 verwendet. Die Formel lautet:

$$H_{min} = \frac{u_{zmax}}{18.129 \cdot Bo^{-0.7578} \cdot D} \quad (G5)$$

u_{zmax} ist die max. zulässige Strömungsgeschwindigkeit in m/s des Hauptstromes 2 berechnet mit dem Durchmesser D der ersten Stufe im statischen Mischer. Die Bodenstein-Zahl wird mit der Länge L des Mischers und dem axialen Dispersionskoeffizienten D_{ax} , der aus Messungen bekannt ist, bestimmt. Bevorzugte Pumpenausführungen sind oszillierende, einköpfige Dosierpumpen 7 mit mehr als 1 Hub H_{min} pro Sekunde sowie oszillierende, einköpfige Dosierpumpen 7, bei der die Additiv-Menge mit einer Hubverstellung eingestellt wird.

[0013] Mit dieser Ausführung werden gezielt Pulsationen, die durch das Dosiermodul erzeugt werden, in Kauf genommen. Da üblicherweise die Durchflussmesser nach der Dosierpumpe 7 und nach dem Sicherheitsventil 6 eingesetzt werden, werden mit der oszillierenden, einköpfigen Dosierpumpe Messungenauigkeiten entstehen. Durchflussmesser, die über eine aufwendige und teure Messwerterfassung verfügen, sind im Stande, den Durchfluss momentan zu erfassen und einen Mittelwert zu bilden. Baut man den Durchflussmesser 9 im Zulauf des Additivstromes 11 ein und verwendet zusätzlich einen Pulsationsdämpfer 8, so vermag auch ein kostengünstiges Messgerät den Durchfluss genau zu erfassen. Zu beachten ist jedoch, dass der Rücklauf des Sicherheitsventils vor dem Durchflussmesser einzubauen ist. Bevorzugt wird auch ein Schmutzfänger 10 in der Additivleitung 11, der die Aufgabe hat, Feststoff-frei Additive zur Pumpe zu führen.

[0014] Hinter dem statischen Mischer 1 ist im Hauptstrom 2 ein weiteres Rückschlagventil 14 angeordnet.

Patentansprüche

- Mischeranordnung mit einem statischen Mischer mit einem Additiv-Dosiermodul umfassend:
 - eine im Additivstrom (11) anzuordnende Durchflussmessung (9) vor einer oszillierenden, einköpfigen Dosierpumpe (7) mit mindestens einer Überdruckabsicherung (6)
 - mindestens eine im Additivstrom (11) anzuordnende Absperrarmatur (5), wobei das Dosiermodul die kontinuierliche, kontrollierte und überwachte Zuführung eines flüssigen Additives im statischen Mischer (1) sicherstellt, dadurch gekennzeichnet, dass die Mindesthubzahl H_{min} der oszillierenden, einköpfigen Dosierpumpe (7) gemäss der Beziehung

$$H_{min} = \frac{u_{zmax}}{18.129 \cdot Bo^{-0.7578} \cdot D} \quad (G5)$$

eingehalten wird, wobei Bo die sogenannte Bodensteinzahl und D der Durchmesser einer Stufe des statischen Mischers (1) ist, und dass der statische Mischer (1) über die Länge (L) maximal fünf unterschiedliche Durchmesserabmessungen (D, D1) besitzt und dass das Dosiermodul (12) über eine Rohrleitung (13) mit maximal fünf Impfstellen (3) vor dem statischen Mischer (1) verbunden ist.

- Mischeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Rückschlagventil (4) in die Impfstelle (3) integriert ist und dass die Flüssigkeit des Hauptstromes (2) mit der Rohrleitung (13) nicht in Kontakt tritt.

CH 696 110 A5

3. Mischeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Rückschlagventil (4) in die Impfstelle (3) integriert ist und dass das Rückschlagventil (4) vor dem Eintritt in die Rohrleitung des Hauptstromes (2) montiert ist und dass der Abstand zwischen der Rohrleitung des Hauptstromes (2) bis zum Rückschlagventil (4) maximal 2 Meter beträgt.
4. Mischeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die oszillierende, einköpfige Dosierpumpe (7) mit einer Hubverstellung ausgerüstet ist.
5. Mischeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Dosiermodul (12) mit einer Spülvorrichtung ausgerüstet ist.
6. Mischeranordnung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Rückschlagventil (4) auch als Absperrarmatur (5) eingesetzt werden kann.
7. Mischeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass am Ende der Impfstelle (3) eine Düse montiert wird.
8. Mischeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Dosiermodul (12) über einen Schmutzfänger (10) verfügt.
9. Mischeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem statischen Mischer (1) in die Leitung des Hauptstromes (2) ein Rückschlagventil (4) eingebaut wird.
10. Mischeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Dosiermodul (12) bei Strömungsgeschwindigkeiten u_{zmax} von > 0.3 m/s des Hauptstromes (2) mit einem zusätzlichen Pumpenkopf ergänzt wird.
11. Mischeranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vor der oszillierenden, einköpfigen Dosierpumpe (7) im Additivstrom (11) ein Pulsationsdämpfer (8) angeordnet ist, und/oder dass Durchflussmesser (9) für eine schnelle Messwerterfassung und Mittelwertbildung vorgesehen sind.
12. Rohranordnung mit einer Mischeranordnung mit einem statischen Mischer (1) und mit einem Additiv-Dosiermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der statische Mischer (1) in eine Rohranordnung eingebaut ist und dass die Rohranordnung an mindestens einer Stelle zwischen Rohranordnungsanfang und Rohranordnungsende eine Rückführung mit einer Pumpe aufweist.
13. Rohranordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Additiv von mindestens einem Dosiermodul (12) über die Impfstellen (3) zugegeben wird und dass die Impfstelle vor der besagten Rückführung in die Rohrleitung (2) eingebaut ist.
14. Rohranordnung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass der statische Mischer (1) auch als Wärmetauscher ausgebildet ist.

Fig. 1

