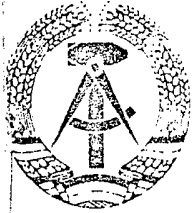


19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTCHRIFT



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäÙ § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

0153 431

Int.Cl.³

3(51) G 01 F 1/68

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

(21) WP G 01 F/ 224 403

(22) 08.10.80

(44) 06.01.82

[71] AKAD. D. WISSENSCHAFTEN DER DDR, ZENTRALINST. F. KERNFORSCHUNG, 8051 DRESDEN;DD;

[72] KATH, ULRICH,DIPL. -ING.;DD;

[73] siehe (72)

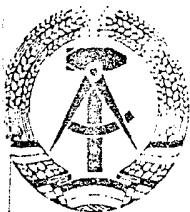
[74] AKAD. D. WISSENSCHAFTEN DER DDR, ZENTRALINSTITUT FUER KERNFORSCHUNG, PATENTBUERO, 8051 DRESDEN,
POSTSCHLIESSFACH 19

[54] KOLORISCHER DURCHFLUSSMESSER

[57]Die Erfindung betrifft einen kalorischen Durchflußmesser, der in einem großen Durchflußbereich und fuer verschiedene Medien ohne aufwendige Eichungen eingesetzt werden kann. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde , einen Durchflußmesser auf dem kalorischen Prinzip zu schaffen, der in einem Durchflußbereich von ca. 1 : 100 durch direkte Messung der mittleren Fluidtemperaturdifferenz einen Fehler 1% aufweist. ErfindungsgemäÙ wird diese Aufgabe an einem kolorischen Durchflußmesser, der einen zwischen Ein- und Austrittsbereich angeordneten beheizbaren Leitungsabschnitt aufweist, dadurch geloest, daß der Leitungsabschnitt im Bereich der Waermequelle einen spaltfoermigen Querschnitt aufweist und daß zumindest der Austrittsbereich in Form einer den Stroemungsquerschnitt ploetzlich erweiternden Mischkammer ausgebildet ist, deren Querschnitt anschliessend wieder duesenfoermig in axialer Richtung verengt ist.

19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

0153 431

Int.Cl.³

3(51) G 01 F 1/68

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 F/ 224 403

(22) 08.10.80

(44) 06.01.82

[71] AKAD. D. WISSENSCHAFTEN DER DDR, ZENTRALINST. F. KERNFORSCHUNG, 8051 DRESDEN;DD;

[72] KATH, ULRICH, DIPL.-ING.;DD;

[73] siehe (72)

[74] AKAD. D. WISSENSCHAFTEN DER DDR, ZENTRALINSTITUT FÜR KERNFORSCHUNG, PATENTBÜRO, 8051 DRESDEN,
POSTSCHLIESSFACH 19

[54] KOLORISCHER DURCHFLUSSMESSER

[57] Die Erfindung betrifft einen kalorischen Durchflußmesser, der in einem großen Durchflußbereich und für verschiedene Medien ohne aufwendige Eichungen eingesetzt werden kann. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Durchflußmesser auf dem kalorischen Prinzip zu schaffen, der in einem Durchflußbereich von ca. 1 : 100 durch direkte Messung der mittleren Fluidtemperaturdifferenz einen Fehler 1% aufweist. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe an einem kalorischen Durchflußmesser, der einen zwischen Ein- und Austrittsbereich angeordneten beheizbaren Leitungsabschnitt aufweist, dadurch gelöst, daß der Leitungsabschnitt im Bereich der Wärmequelle einen spaltförmigen Querschnitt aufweist und daß zumindest der Austrittsbereich in Form einer den Strömungsquerschnitt plötzlich erweiternden Mischkammer ausgebildet ist, deren Querschnitt anschließend wieder düsenförmig in axialer Richtung verengt ist.

Zur RS Nr. 153.431

ist eine Zweitschrift erschienen.

(Teilweise ^{Bestätigt} aufgehoben gem. § ¹⁸ Abs. 1 d. Änd. Ges. z. Pat. Ges.)

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen kalorischen Durchflußmesser, der in einem großen Durchflußbereich und für verschiedene Medien ohne aufwendige Eichungen eingesetzt werden kann.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die kalorischen Durchflußmesser gehören zur Gruppe der thermischen Durchflußmesser, für die sich zusammenfassende Beschreibungen in (Korotkov, A.A.: Teplowüje rasxodomeri Maschinostrojenie 1969; Bradshaw, P.: Thermal methods of flow measurement, Journ. of Scientific Instr. 1968 Series 2 - Volume 1, p. 504/09; Calme, H.: Impfverfahren mit Chemikalien und radioaktiven Substanzen, thermische und kalorische Meßmethoden, VDI-Berichte Nr. 86 (1964) S. 59/63; Schäfer, K.: Thermische Durchflußmeßmethoden, VDI-Berichte Nr. 254 (1976) S. 157/62) befinden. Beim kalorischen Durchflußmesser ergibt sich der Durchfluß (Massenstrom $\dot{m}$) aus der Wärmebilanz zu

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c \cdot \Delta t} = \frac{\dot{Q}}{c \cdot (t_2 - t_1)}$$

- $\dot{Q}$ - zu- bzw. abgeführte Wärmeleistung
 c - spezifische Wärme des Fluids
 t_1, t_2 - mittlere Temperatur des Fluids am Ein- bzw. Austritt aus dem Bilanzraum.

Die eigentliche Schwierigkeit bei der Durchflußmessung nach dem kalorischen Prinzip besteht in der Ermittlung der mittleren Fluidtemperatur. Das Problem der Ermittlung der mittleren Temperatur wurde bisher auf prinzipiell zwei Wegen gelöst (Korotkov, A.A.: Teplowüje

rasxodomeri Maschinostrojenie 1969):

Beim sogenannten "kalorischen Durchflußmesser mit Kontakt" werden die Temperaturfühler vor und nach einem auf die Rohrwand aufgebrachten Heizer in das Medium eingeführt. Dabei wird jedoch nicht die mittlere Fluidtemperatur gemessen, sondern die Temperatur des Temperaturprofils, die dem radialen Abstand des Temperaturfühlers entspricht. Der Durchfluß ergibt sich dabei zu

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c \cdot k \cdot \Delta t}.$$

Der experimentell zu ermittelnde Korrekturfaktor k ist eine Funktion der Wärmeübergangszahl α und damit sowohl von den Stoffwerten des Fluids als auch von der Strömungsform (laminar bzw. turbulent) abhängig. Er korrigiert die gemessenen Temperaturwerte auf die reellen Mittelwerte. Bei dem in der gleichen Literaturstelle dargestellten sogenannten "kalorischen Durchflußmesser ohne Kontakt" werden die Temperaturfühler, ähnlich denen der Grenzschichtmesser, auf der Rohrwandung aufgebracht. Der Zusammenhang zwischen Durchfluß und gemessener Temperaturdifferenz ergibt sich für den turbulenten Bereich zu

$$t = K \cdot \dot{Q} \left\{ \frac{1}{\dot{m} \cdot c} + \frac{1}{\alpha \cdot A} \exp \left[- \frac{\alpha \cdot \pi \cdot d}{\dot{m} \cdot c} (d + \ln) \right] \right\}$$

- α - Wärmeübergangszahl
- d - Rohrdurchmesser
- A - Wärmeübertragungsfläche
- $\ln$ - Abstand zwischen Heizer und Temperaturfühler
- K - Korrekturfaktor für nichtideale Isolierung

Für den laminaren Bereich ergibt sich eine ähnliche Beziehung.

Die beschriebene indirekte Ermittlung der mittleren Fluidtemperaturdifferenz über Korrekturfaktoren bzw. relativ komplizierte Auswerteformeln, die nur in engen Durchflußbereichen und für jeweils ein bestimmtes Medium gültig sind, erschweren die verbreitete Anwendung des kalorischen Prinzips erheblich, da für jedes Gerät infolge der Toleranzen in der Geometrie von Rohr, Heizer und Temperaturfühler sowie für jedes Medium umfangreiche Eichungen durchzuführen sind. Aus diesem Grunde wurden kalorische Durchflußmesser bisher nur in einigen speziellen Einsatzfällen eingesetzt, obwohl sie vor allem zur Messung kleiner Durchflüsse wegen ihrer großen und über die Heizleistung auch einstellbaren Empfindlichkeit sowie ihres großen Meßbereiches gegenüber anderen Verfahren auch große Vorteile aufweisen.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, einen Durchflußmesser bereitzustellen, der in einem großen Durchflußbereich und für verschiedene Medien ohne aufwendige Eichungen bzw. Korrekturen des Meßwertes eingesetzt werden kann.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Durchflußmesser auf dem kalorischen Prinzip zu schaffen, der in einem Durchflußbereich von ca. 1 : 100 durch direkte Messung der mittleren Fluidtemperaturdifferenz einen Fehler $< 1 \%$ aufweist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Leitungsabschnitt im Bereich der Wärmequelle einen spaltförmigen Querschnitt aufweist und daß zumindest der Austrittsbereich in Form einer den Strömungsquerschnitt plötzlich erweiternden Mischkammer ausgebildet ist, deren Querschnitt anschließend wieder düsenförmig in axialer Richtung verengt ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß der Eintrittsbereich aus einer Kammer mit einer bezüglich der Längsachse der Wärmequelle radial bzw. tangential angeordneten Zuführung besteht, wobei die Kammer einen wesentlich größeren Strömungsquerschnitt aufweist als der Spalt.

Um die Verwirbelung am Ausgang zu verstärken und damit ggf. noch vorhandene Temperaturschwankungen weiter abzubauen, werden zweckmäßigerweise in der Austrittskammer entsprechende strömungstechnische Einbauten angeordnet. Eine gute Genauigkeit bei der Temperaturmessung wird insbesondere bei kleinen Rohrdurchmessern dann erzielt, wenn die Temperaturfühler in Rohrbögen angeordnet werden. Durch die Verwendung von Mantelthermoelementen als Temperaturfühler ist es aufgrund deren geringer Abmessungen möglich, ein gutes dynamisches Verhalten des kalorischen Durchflußmessers zu erhalten. Die Verwendung von Thermoelementen hat außerdem den Vorteil, daß durch Zusammenschalten der beiden Thermoelemente sofort die Temperaturdifferenz abgenommen werden kann, was die Weiterverarbeitung des Signals wesentlich vereinfacht.

Um sehr kleine Durchflüsse messen zu können, wird der erfindungsgemäße Durchflußmesser vorteilhaft so angeordnet, daß seine Achse senkrecht steht und die Strömung

von unten nach oben geführt wird.

Eine weitere konstruktive Ausgestaltung der Erfindung, mit der insbesondere ein kompakter Aufbau, geringe Wärmeverluste, geringe Wandübertemperaturen und damit ein gutes statisches und dynamisches Verhalten des kalorischen Durchflußmessers erreicht werden, besteht darin, daß der Spalt durch zentrischen Einbau einer Wärmequelle bzw. -senke in einen Rohrquerschnitt in Form eines Ringspaltes ausgebildet ist.

Der Hauptvorteil des erfindungsgemäßen Durchflußmessers besteht darin, daß sich der Durchfluß ohne Umrechnungen direkt aus der Wärmebilanz ergibt, so daß bei Kenntnis der spezifischen Wärme des Fluids keine aufwendigen Eichungen notwendig sind und damit ein universeller Einsatz möglich wird. Im Gegensatz zu den bisher verwendeten Ausführungsformen von kalorischen Durchflußmessern haben übliche Fertigungstoleranzen keinen Einfluß auf den Meßwert, was eine ökonomische Fertigung ermöglicht. Von Vorteil ist außerdem der große Meßbereich von 1 : 100, der relativ kleine Fehler $< 1 \%$ und die hohe Empfindlichkeit, wodurch er besonders für die Messung von sehr kleinen Durchflüssen geeignet ist.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird nachstehend anhand zweier Ausführungsbeispiele näher erläutert. In den zugehörigen Zeichnungen stellt Fig. 1 eine einfache ebene Realisierung und Fig. 2 eine patronenförmige Realisierung der Erfindung dar.

Der erfindungsgemäße kalorische Durchflußmesser besteht

im einfachsten Fall entsprechend Fig. 1 aus einem beheizten Kanal 1, der gegenüber dem Strömungsquerschnitt der Zuleitung 2 eine wesentliche Querschnittsverengung aufweist, so daß nur geringe Wandübertemperaturen auftreten. Am Austritt aus dem beheizten Kanal 1 wird der Strömungsquerschnitt in der Austrittskammer 3 plötzlich erweitert und anschließend wieder auf den Querschnitt der Ableitung 4 verengt. Dies ist für die gute Durchmischung des Fluids in den meisten Fällen bereits ausreichend. Es ist jedoch auch möglich, in die Austrittskammer 3 weitere strömungstechnische Einbauten zur besseren Durchmischung einzubringen. Die Temperaturfühler 5 sind in der Zu- bzw. Ableitung angeordnet. Eine vorteilhafte Konstruktionsform des erfindungsgemäßen kalorischen Durchflußmessers, die bezüglich ihrer Kompaktheit und der erreichbaren Parameter besonders vorteilhaft ist, zeigt Fig. 2.

Das Fluid tritt hier über die Zuleitung 2, z. B. radial, in die Eintrittskammer 6 und umströmt die patronenförmige Wärmequelle bzw. -senke 7 in einem Ringspalt 8 axial. Durch das Anbringen von Schikanen ist auch eine schrauben- bzw. mäanderförmige Strömungsführung möglich. Die Austrittskammer 3 ist so ausgebildet, daß der Strömungsquerschnitt erst erweitert und anschließend auf den Durchmesser der Ableitung 4 düsenförmig verengt wird, wodurch eine innige Vermischung des Fluids und damit die Messung der mittleren Austrittstemperatur mit dem in einem Rohrbogen eingebrachten Austrittstemperaturfühler 5 möglich wird. Im Bedarfsfall ist es zur Verstärkung der Durchmischung möglich, in die Austrittskammer 3 Einbauten einzubringen. Die mittlere Eintrittstemperatur wird in der Zuleitung 2 mittels des Eintrittstemperaturfühlers 5 ebenfalls in einem Rohrbogen gemessen. Der gesamte kalorische Durchflußmesser ist zweckmäßig mit einer Isolierung

versehen, so daß der Wärmeverlust im gesamten Meßbereich nicht mehr als 0,5 % beträgt. Die Verarbeitung der Signale der Temperaturfühler und Wärmequelle bzw. -senke kann z. B. durch die in der Literatur (Korotkov, A.A.: Teplowüje rasxodomeri Maschinostrojenie 1969) angegebenen Brückenschaltungen erfolgen.

Erfindungsanspruch

1. Kalorischer Durchflußmesser, bestehend aus einem Ein- und einem Austrittsbereich für das Fluid, in dem jeweils ein Temperaturfühler angeordnet ist, und einem zwischen diesen befindlichen beheizbaren Leitungsabschnitt,
dadurch gekennzeichnet, daß der Leitungsabschnitt im Bereich der Wärmequelle einen spaltförmigen Querschnitt aufweist und daß zumindest der Austrittsbereich in Form einer den Strömungsquerschnitt plötzlich erweiternden Mischkammer ausgebildet ist, deren Querschnitt anschließend wieder düsenförmig in axialer Richtung verengt ist.
2. Kalorischer Durchflußmesser nach Punkt 1,
dadurch gekennzeichnet, daß der Eintrittsbereich aus einer Kammer mit einer bezüglich der Längsachse der Wärmequelle radial bzw. tangential angeordneten Zuführung besteht, wobei die Kammer einen wesentlich größeren Strömungsquerschnitt aufweist als der Spalt.
3. Kalorischer Durchflußmesser nach Punkt 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittskammer strömungstechnische Einbauten zur Verwirbelung des Fluids enthält.
4. Kalorischer Durchflußmesser nach Punkt 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturfühler in einem Rohrbogen der Zu- bzw. Ableitung des Fluids unmittelbar an der Ein- bzw. Austrittskammer angeordnet sind.

5. Kalorischer Durchflußmesser nach Punkt 4,
dadurch gekennzeichnet, daß als Temperaturfühler
Thermoelemente angeordnet sind.
6. Kalorischer Durchflußmesser nach Punkt 1, insbesonde-
re für sehr kleine Durchflüsse,
dadurch gekennzeichnet, daß seine Achse senkrecht an-
geordnet ist und die Strömungsführung von unten nach
oben erfolgt.
7. Kalorischer Durchflußmesser nach Punkt 1,
dadurch gekennzeichnet, daß der Spalt durch zentri-
schen Einbau einer Wärmequelle bzw. -senke in einen
Rohrquerschnitt in Form eines Ringspaltes ausgebil-
det ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

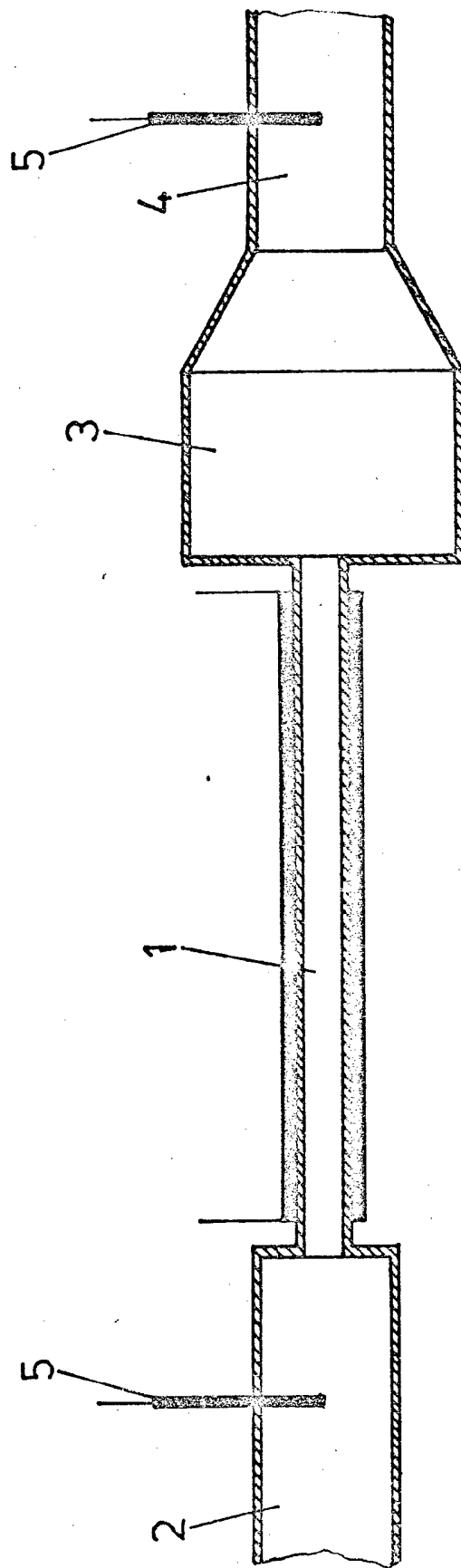


Fig. 1

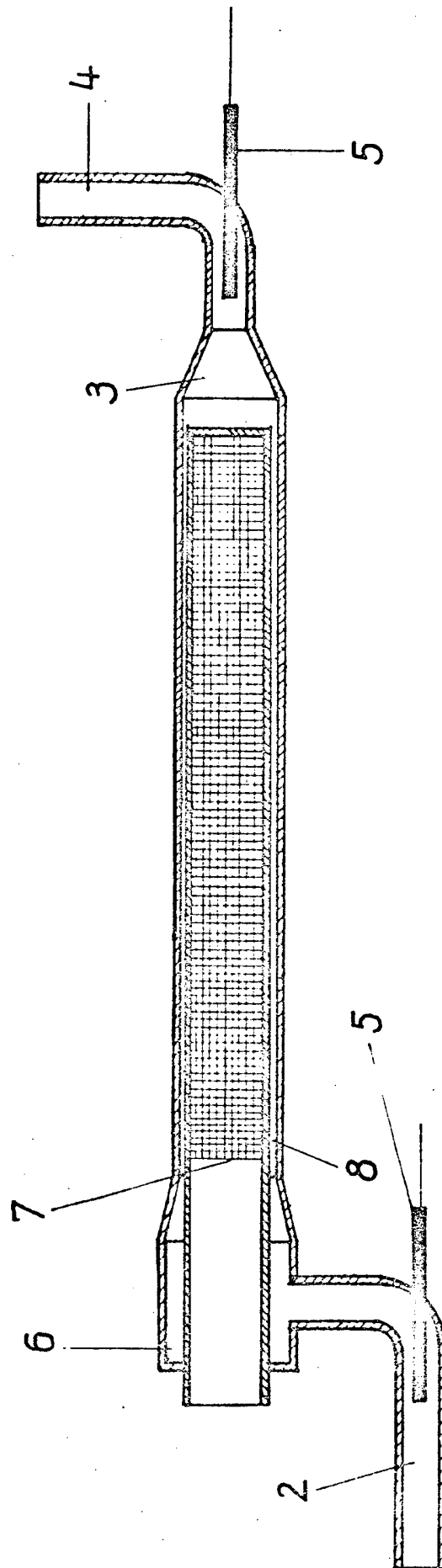


Fig. 2