



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01F 25/00 (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2021115425, 31.05.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.05.2021

Дата регистрации:
18.04.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.05.2021

(45) Опубликовано: 18.04.2022 Бюл. № 11

Адрес для переписки:

644116, г. Омск, ул. Герцена, 312, АО "Омское
машиностроительное конструкторское бюро,
Штеренберг Леонид Геннадьевич

(72) Автор(ы):

Вологодский Николай Витальевич (RU),
Канунников Юрий Александрович (RU),
Сторожев Валерий Васильевич (RU),
Цацорина Лидия Усмановна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество "Омское
машиностроительное конструкторское бюро"
(RU)

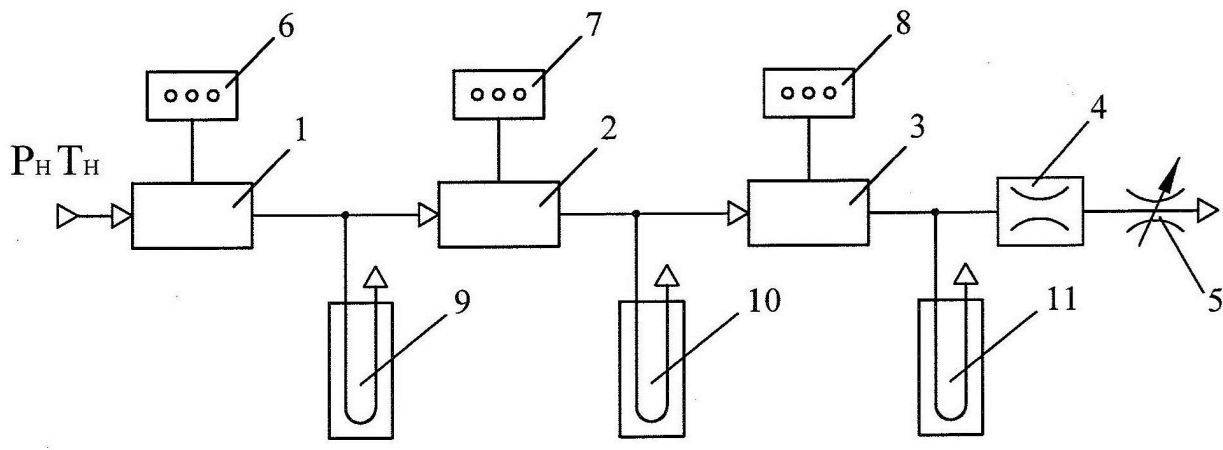
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2873 U1, 16.09.1996. RU
2000106906 A, 27.01.2002. RU 2686451 C1,
25.04.2019.

(54) Способ определения расходных характеристик (РХ) струйных датчиков расхода (СДР)

(57) Реферат:

Способ определения расходных характеристик струйных датчиков расхода путем протяжки воздуха из атмосферы через последовательно установленные три датчика и образцовое микросопло, фиксации температуры, давления атмосферного воздуха, разрежения на выходе первого, второго и третьего датчика, выходного сигнала f_1 первого датчика. Определение характеристик первого датчика (1) проводят при подключении параллельно первому датчику двух последовательно установленных второго (2) и третьего (3) датчиков, идентичных по характеристикам первому (1), причем третий датчик (3) установлен для получения разрежения на втором датчике (2), равного половине разрежения на первом (1), при этом: - на первом этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{11} первого датчика (1) соответствовал выходному сигналу f_1 первого датчика (1) при испытаниях датчика с образцовым микросоплом (4). Фиксируют выходные сигналы f_{11} , f_{21} первого (1) и второго датчика (2),

разрежения на выходе первого ΔP_{11} и второго ΔP_{21} датчика, - на втором этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{12} первого датчика (1) стал равен выходному сигналу f_{21} второго датчика (2) на предыдущем этапе, фиксируют выходные сигналы f_{12} , f_{22} первого и второго датчиков, - на N-м этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{1N} первого датчика (1) стал равен выходному сигналу f_{2N-1} второго датчика (2) на предыдущем (N-1)-м этапе, фиксируют выходные сигналы f_{1N} , f_{2N} первого и второго датчика, - определяют РХ $\Delta P_{1N} = f(Q_{1N})$ датчика, где $\Delta P_{1N} = \Delta P_{11}/2^{(N-1)}$ - величина разрежения на выходе первого датчика (1); Q_{1N} - величина расхода через первый датчик, соответствующая выходному сигналу f_{1N} . Достигается повышение точности определения расходных характеристик струйных датчиков расхода. 2 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1

RU 2770512 C1

RU 2770512 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01F 25/00 (2022.02)

(21)(22) Application: **2021115425, 31.05.2021**

(24) Effective date for property rights:
31.05.2021

Registration date:
18.04.2022

Priority:

(22) Date of filing: **31.05.2021**

(45) Date of publication: **18.04.2022** Bull. № 11

Mail address:

644116, g. Omsk, ul. Gertsena, 312, AO "Omskoe mashinostroitelnoe konstruktorskoe byuro, Shterenberg Leonid Gennadevich

(72) Inventor(s):

**Vologodskii Nikolai Vitalevich (RU),
Kanunnikov Iurii Aleksandrovich (RU),
Storozhev Valerii Vasilevich (RU),
Tsatsorina Lidiia Usmanovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

Aktsionernoe obshchestvo "Omskoe mashinostroitelnoe konstruktorskoe biuro" (RU)

(54) **METHOD FOR DETERMINING THE FLOW CHARACTERISTICS (FC) OF JET FLOW SENSORS (JFS)**

(57) Abstract:

FIELD: measuring technology.

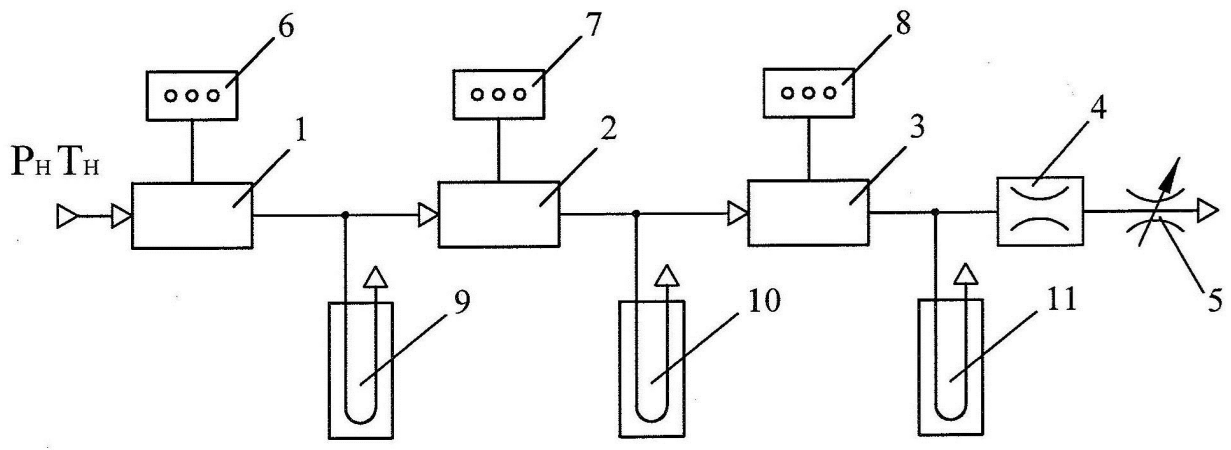
SUBSTANCE: method for determining the flow characteristics of jet flow sensors by drawing air from the atmosphere through three sensors installed in series and an exemplary micronozzle, fixing temperature, atmospheric air pressure, vacuum at the output of the first, second and third sensors, the output signal f_1 of the first sensor. The characteristics of the first sensor (1) are determined when two sequentially installed second (2) and third (3) sensors are connected in parallel to the first sensor, identical in characteristics to the first (1), and the third sensor (3) is installed to obtain a vacuum on the second sensor (2) equal to half of the vacuum on the first (1), at the same time: at the first stage, the air is drawn in such a way that the output signal f_{11} of the first sensor (1) corresponds to the output signal f_1 of the first sensor (1) when testing the sensor with a exemplary micronozzle (4). Fix the output signals f_{11} , f_{21} of the first (1) and second sensor (2), the

vacuum at the output of the first ΔR_{11} and the second ΔR_{21} sensor, at the second stage, the air broach is set so that the output signal f_{12} of the first sensor (1) becomes equal to the output signal f_{21} of the second sensor (2) at the previous stage, output signals f_{12} , f_{22} of the first and second sensors are fixed, at the Nth stage, the air broach is set so that the output signal f_{1N} of the first sensor (1) becomes equal to the output signal f_{2N-1} of the second sensor (2) at the previous (N-1)-th stage, the output signals f_{1N} , f_{2N} of the first and second sensor are fixed, $P_X \Delta P_{1N} = f(Q_{1N})$ of the sensor is determined, where $\Delta P_{1N} = DR_{11}/2^{(N-1)}$ is the amount of vacuum at the output of the first sensor (1); Q_{1N} is the amount of flow through the first sensor corresponding to the output signal f_{1N} .

EFFECT: increase in the accuracy of determining the flow characteristics of jet flow sensors is achieved.
3 cl, 2 dwg

RU 2 770 512 C1

RU 2 770 512 C1



Фиг. 1

RU 2770512 C1

RU 2770512 C1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано при определении РХ струйных датчиков расхода.

Известен способ определения РХ канала управления (или канала питания, или выходного канала) струйного элемента, путем установки давления на входе в канал управления струйного элемента, измерения расхода воздуха в канале управления и определения РХ канала управления $\Delta P_y = f(Q_y)$ (или канала питания, или выходного канала) (см. Л.А. Залманзон «Теория элементов пневмоники», Из-во «Наука», М., 1969 г., стр. 418).

Недостаток данного способа - низкая точность определения РХ.

Известен так же способ определения РХ гидравлического тракта и устройство для его осуществления, заключающийся в экспериментальном определении потерь напора на местных сопротивлениях в гидравлическом тракте путем его проливки - установки величины H постоянного уровня напора (где: H - перепад давлений на гидравлическом тракте) и определения расхода среды через гидравлический тракт путем взвешивания доз воды прошедших за заданное время (см. патент RU №2582486 C1 от 04.03.2015 г.)

Недостаток данного способа - низкая точность определения РХ при малых расходах - при малых величинах перепада H .

Известен так же способ определения расчетной РХ последовательно соединенных местных сопротивлений, заключающийся в использовании уравнения Бернулли для установившегося турбулентного движения жидкости с определением потерь напора на местных сопротивлениях с помощью справочной литературы (см. И.Е. Идельчик «Справочник по гидравлическим сопротивлениям», М., Машиностроение, 1992 г.).

Недостаток данного способа - низкая точность определения РХ местных сопротивлений при малых расходах, особенно на переходных (ламинарный-турбулентный) режимах течения в местных сопротивлениях.

Наиболее близким техническим решением является «Стенд для проверки счетчиков газа с электромеханическим отсчетным устройством» (см. патент RU №2873 U1, G01F 25/00, от 28.02.95 г.) содержащий задатчик расхода, выход которого соединен с входом полости с низким давлением, вход - с выходным каналом счетчика (расходомера), входной канал счетчика соединен с атмосферой, причем канал на входе в задатчик расхода (выход счетчика) соединен со средством измерения давления (средством измерения перепада давлений на счетчике). Способ определения РХ счетчика газа заключается в замере температуры воздуха на входе в счетчик и атмосферного давления, замере разряжения на входе в образцовое микросопло (ОМС) (равного перепаду ΔP давлений на счетчике), определение расхода Q проходящего через счетчик и определения РХ (зависимости $\Delta P = f(Q)$) счетчика.

Недостаток данного способа - не обеспечивает высокой точности определения РХ СДР счетчика из-за низкой точности определения перепадов на счетчике газа при малых расходах, когда перепады на счетчике составляют доли миллиметров водяного столба (в настоящее время наша промышленность не производит измерителей перепада давлений, способных измерять перепады с погрешностью 0,001 мм вод. ст.).

Техническим результатом, на достижение которого направлен заявленный способ, является повышение точности определения РХ СДР.

Для достижения указанного технического результата способ определения РХ СДР реализуют следующим образом: протягивают воздух из атмосферы через последовательно установленные три СДР и ОМС, фиксируют температуру, давление атмосферного воздуха, разряжения на выходе первого, второго и третьего СДР, выходной сигнала f_1 первого СДР, проводят определение РХ первого СДР при

подключении параллельно первому СДР двух последовательно установленных второго и третьего СДР, идентичных по характеристикам первому, причем третий СДР установлен для получения разряжения на втором СДР, равным половине разряжения на первом, при этом:

5 - на первом этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{11} первого СДР соответствовал выходному сигналу f_1 первого СДР при испытаниях СДР с ОМС, фиксируют выходные сигналы f_{11} , f_{21} первого и второго СДР, разряжения на выходе первого ΔP_{11} и второго ΔP_{21} СДР,

10 - на втором этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{12} первого СДР стал равен выходному сигналу f_{21} второго СДР на предыдущем этапе, фиксируют выходные сигналы f_{12} , f_{22} первого и второго СДР,

- на N-том этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{1N} первого СДР стал равен выходному сигналу f_{2N-1} второго СДР на предыдущем (N-1)-вом этапе, фиксируют выходные сигналы f_{1N} , f_{2N} первого и второго СДР,

15 - определяют РХ $\Delta P_{1N} = f(Q_{1N})$ СДР,

где $\Delta P_{1N} = \Delta P_{11} / 2^{(N-1)}$ - величина разряжения на выходе первого СДР;

20 Q_{1N} - величина расхода через первый СДР, соответствующая выходному сигналу f_{1N} .

На каждом последующем (N+1)-вом этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы $f_{1N+1} = K_{21} * f_{2N}$, то есть, чтобы выходной сигнал f_{1N+1} первого СДР стал равен выходному сигналу f_{2N} второго СДР на предыдущем этапе, умноженному на коэффициент коррекции K_{21} , учитывающий отклонения в характеристиках первого и второго СДР, связанных с допустимыми отклонениями при их изготовлении.

При построении РХ первого СДР величину перепада давлений на первом СДР, для повышения точности определения РХ, принимают по этапам: $\Delta P_{1N} = \Delta P_{11} * (\Delta P_{21} / \Delta P_{11})^{N-1}$.

30 Это позволяет повысить точность определения РХ путем учета не идентичности характеристик второго и третьего СДР, связанных с допустимыми отклонениями при их производстве, когда перепад на втором СДР на 0,3% и более отличается от половины перепада на первом СДР

Отличительные признаки заявленного способа определения РХ СДР, а именно, 35 подключении параллельно первому СДР двух последовательно установленных второго и третьего СДР, идентичных по характеристикам первому, причем третий СДР установлен для получения разряжения на втором СДР, равного половине разряжения на первом, при этом:

40 - на первом этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{11} первого СДР соответствовал выходному сигналу f_1 первого СДР при испытаниях СДР с ОМС, фиксируют выходные сигналы f_{11} , f_{21} первого и второго СДР, разряжения на выходе первого ΔP_{11} и второго ΔP_{21} СДР,

45 - на втором этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{12} первого СДР стал равен выходному сигналу f_{21} второго СДР на предыдущем этапе, фиксируют выходные сигналы f_{12} , f_{22} первого и второго СДР,

- на N-том этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{1N} первого СДР стал равен выходному сигналу f_{2N-1} второго СДР на предыдущем

(N-1)-вом этапе, фиксируют выходные сигналы f_{1N} , f_{2N} первого и второго СДР,

- определяют $PX \Delta P_{1N} = f(Q_{1N})$ СДР,

где $\Delta P_{1N} = \Delta P_{11} / 2^{(N-1)}$ - величина разряжения на выходе первого СДР;

5 Q_{1N} - величина расхода через первый СДР, соответствующая выходному сигналу f_{1N} .

На каждом последующем (N+1)-вом этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы $f_{1N+1} = K_{21} * f_{2N}$, то есть, чтобы выходной сигнал f_{1N+1} первого СДР стал равен
10 выходному сигналу f_{2N} второго СДР на предыдущем этапе, умноженному на коэффициент коррекции K_{21} , учитывающий отклонения характеристик первого и второго СДР, связанных с допустимыми отклонениями при их изготовлении.

При построении PX первого СДР величину перепада давлений на первом СДР, для
15 повышения точности определения PX , принимают по этапам: $\Delta P_{1N} = \Delta P_{11} * (\Delta P_{21} / \Delta P_{11})^{N-1}$. Это позволяет повысить точность определения PX путем учета не идентичности характеристик второго и третьего СДР, связанных допустимыми отклонениями при их производстве, когда перепад на втором СДР на 0,3% и более отличается от половины перепада на первом СДР.

20 Таким образом, заявленный способ позволяет повысить точность установки и определения перепада давлений на первом СДР без применения датчиков давления с погрешностью менее 0,001 мм вод. ст., которые нашей промышленностью не выпускаются, повышает точность определения PX СДР.

Заявленный способ представлен на чертежах и описан ниже.

25 На Фиг. 1 представлена функциональная схема установки, реализующая предлагаемый способ определения PX СДР при больших и малых (очень маленьких) разряжениях (перепадах) на СДР, которые невозможно зафиксировать с достаточной степенью точности имеющимися средствами измерений.

30 На Фиг. 2 представлена функциональная схема установки, реализующая способ определения PX СДР при достаточных разряжениях (перепадах) на СДР.

Установки содержат: первый СДР (1), второй СДР (2) и третий СДР (3), ОМС (4), регулируемый вентиль (5), средства (6), (7), (8) для фиксации выходных сигналов, первого СДР (1), второго СДР (2) и третьего СДР (3). Средства для фиксации разряжения на выходе (9), (10), (11), соответственно, первого СДР (1), второго СДР (2) и третьего СДР
35 (3).

В установке на Фиг. 1, реализующей способ определения PX СДР, воздух из атмосферы протягивают через СДР (1), (2), (3) и ОМС (4). При этом фиксируют разряжения воздуха ΔP_1 , ΔP_2 , ΔP_3 на выходе СДР (1), (2), (3), температуру и давление атмосферного воздуха, выходной сигнал f_1 СДР (1). Определяют расход через ОМС
40 (4), отнесенный к атмосферному давлению:

$$Q_1 = K_{\text{ОМС}} * ((P_n - \Delta P_3) / P_n) * \sqrt{T_n / 293},$$

где $K_{\text{ОМС}}$ - коэффициент ОМС, определяемый в метрологическом центре, при градуировке данного ОМС;

45 T_n и P_n - температура и давление атмосферного воздуха (зависимости для критического расхода через ОМС известны специалистам с техническим образованием).

Таким образом определяют первую точку на $PX \Delta P_1 = f(Q_1)$ СДР (1). Проводят испытания с иными ОМС, имеющими иную площадь критического сопла $F_{\text{КCN}}$ и

определяют иные точки РХ $\Delta P_{1N}=f(Q_{1N})$ СДР (1).

В установке на Фиг. 2, реализующей предлагаемый способ определения РХ СДР, воздух из атмосферы протягивают через СДР (1) и параллельно ему последовательно подключенные СДР (2), (3). При этом протяжку воздуха устанавливают такой, чтобы выходной сигнал f_{11} СДР (1) соответствовал выходному сигналу f_1 СДР (1) при испытаниях СДР с ОМС по схеме на Фиг. 1.

Фиксируют выходные сигналы f_{11} , f_{21} СДР (1) и (2), разряжение ΔP_{11} на выходе СДР (1) (с высокой степенью точности равное разряжению ΔP_{31} на выходе СДР (3)), разряжение ΔP_{21} на выходе СДР (2). Если все три СДР идентичные, то перепад давлений (разряжение на выходе) на СДР (2) с достаточно высокой степенью точности равен перепаду давлений на СДР (3) и равен половине перепада давлений на СДР (1) ($\Delta P_{21}=0,5*\Delta P_{11}$). Используя определенные на первом этапе величину выходного сигнала f_{11} и разряжение ΔP_{11} СДР (1), определим расход Q_{11} через СДР (1) и определим первую точку на РХ $\Delta P_1=f(Q_1)$ СДР (1).

На втором этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{12} СДР(1) стал равен выходному сигналу f_{21} СДР (2) на предыдущем этапе, фиксируют выходные сигналы f_{12} , f_{22} СДР (1) и (2). Определив на втором этапе выходной сигнал f_{12} СДР (1), определяем расход Q_{12} через СДР (1). А так как на втором этапе устанавливали протяжку через СДР (1) такую, чтобы сигнал f_{12} СДР (1) стал равен выходному сигналу f_{21} СДР (2) на предыдущем этапе и так как характеристики всех СДР идентичные, то на втором этапе перепад на СДР (1) равен перепаду на СДР (2) на предыдущем этапе, когда он был равен половине перепада ΔP_{11} . Следовательно $\Delta P_{12}=0,5*\Delta P_{11}$.

Исходя из вышеизложенного определяем вторую точку на РХ $\Delta P_1=f(Q_1)$ СДР (1).

Далее, последовательно устанавливая протяжку воздуха такой, чтобы на N-том этапе выходной сигнал f_{1N} СДР (1) стал равен выходному сигналу f_{2N-1} СДР (2). Фиксируя выходной сигнал f_{1N} СДР (1), определяем (по f_{1N}) расход Q_{1N} воздуха через СДР (1) на N-том этапе, находим очередную точку на РХ СДР (1). Нахождение точек на расходной характеристике СДР (1) можем проводить во всем диапазоне работоспособности СДР. При этом можем определять точки на РХ СДР при перепадах на СДР существенно менее 1 мм вод. ст. В дальнейшем, СДР, с определенной по изложенному способу РХ, можем использовать для контроля перепадов менее 1 мм вод. ст.

Так же, согласно п. 2 формулы, на каждом последующем этапе с помощью вентиля (7) устанавливают выходной сигнал f_{1N+1} СДР (1) равный выходному сигналу f_{2N} СДР (2) на предыдущем этапе, умноженному на коэффициент коррекции K_{21} учитывающий степень не идентичности РХ СДР (когда при одинаковых перепадах на СДР (1) и (2) их выходные сигналы существенно отличаются) и устанавливая $f_{1N+1}=f_{2N}*K_{21}$ получаем снижение перепада на СДР (1) от этапа к этапу ровно в 2 раза.

Коэффициент коррекции K_{21} зависит только от геометрических параметров СДР (1) и СДР (2) и не зависит от режимов работы СДР.

Возможный способ нахождения коэффициента коррекции K_{21} : установить вентилем (7) перепад давлений на СДР (1) равный, например, 100 мм вод. ст., зафиксировать

выходной сигнал СДР (1) f_1' . Затем изменяя вентилем (7) перепад давлений на СДР, установить на СДР (2) перепад давлений равный, например, 50 мм вод. ст., зафиксировать выходной сигнал f_2' СДР (2) и определить значение коэффициента коррекции $K_{21}=f_1'/f_2'$.

Такой учет не идентичности расходных характеристик СДР (1) и (2) позволяет повысить точность определения РХ СДР (1) при испытаниях СДР с неидентичными характеристиками (не идентичности из-за неточностей изготовления СДР (1) и (2)).

Так же согласно п. 3 формулы для учета не идентичности РХ СДР (2) и СДР (3) (возникшей вследствие неточностей при изготовлении СДР (2) и (3)) для учета не идентичности характеристик СДР (2) и СДР (3), (для учета неодинакового понижения перепадов давления на СДР (2) от СДР (3)), вследствие чего: $\Delta P_{2N} \neq \Delta P_{3N}$ и $\Delta P_{2N} \neq 0,5 * \Delta P_{1N}$, при выполнении этапов принимают реальное понижение давления ΔP_{1N} на каждом этапе (не в 2 раза, а в $(\Delta P_{11}/\Delta P_{12})$).

Так как на каждом этапе степень понижения давления одна и та же, то: $\Delta P_{1N} = \Delta P_{11} * (\Delta P_{11}/\Delta P_{12})^{N-1}$.

Таким образом, уменьшая на каждом этапе перепад давлений на СДР (1) в 2 раза мы с достаточной высокой степенью точности получаем РХ СДР при малых перепадах, без использования специальных средств для измерения малых перепадов давления. Дополнительно, использование на каждом этапе зависимостей $f_{1N+1} = f_{2N} * K_{21}$ и $\Delta P_{1N} = \Delta P_{11} * (\Delta P_{11}/\Delta P_{12})^{N-1}$ позволяет повысить точность определения РХ СДР.

Знание расходных характеристик СДР позволяет проводить работы по расширению рабочего диапазона СДР путем параллельного подсоединения к СДР жиклеров с расходными характеристиками, подобранными идентичным СДР, что позволяет получить расходомер с широким диапазоном измерения расходов с высокой степенью точности.

Определенная связь между f_1 и ΔP_1 , а так же дает возможность использования СДР для измерения малых перепадов давлений, которые в настоящее время невозможно измерить с помощью средств измерения давления выпускаемых нашей промышленностью.

(57) Формула изобретения

1. Способ определения расходных характеристик (РХ) струйных датчиков расхода (СДР) путем протяжки воздуха из атмосферы через последовательно установленные три СДР и образцовое микросопло (ОМС), фиксации температуры, давления атмосферного воздуха, разрежения на выходе первого, второго и третьего СДР, выходного сигнала f_1 первого СДР,

отличающийся тем, что определение РХ первого СДР проводят при подключении параллельно первому СДР двух последовательно установленных второго и третьего СДР, идентичных по характеристикам первому, причем третий СДР установлен для получения разрежения на втором СДР, равного половине разрежения на первом, при этом:

- на первом этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{11} первого СДР соответствовал выходному сигналу f_1 первого СДР при испытаниях СДР с ОМС, фиксируют выходные сигналы f_{11} , f_{21} первого и второго СДР, разрежения

на выходе первого ΔP_{11} и второго ΔP_{21} СДР,

- на втором этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{12} первого СДР стал равен выходному сигналу f_{21} второго СДР на предыдущем этапе, фиксируют выходные сигналы f_{12} , f_{22} первого и второго СДР,

- на N-м этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы выходной сигнал f_{1N} первого СДР стал равен выходному сигналу f_{2N-1} второго СДР на предыдущем (N-1) -м этапе, фиксируют выходные сигналы f_{1N} , f_{2N} первого и второго СДР,

- определяют РХ $\Delta P_{1N} = f(Q_{1N})$ СДР,

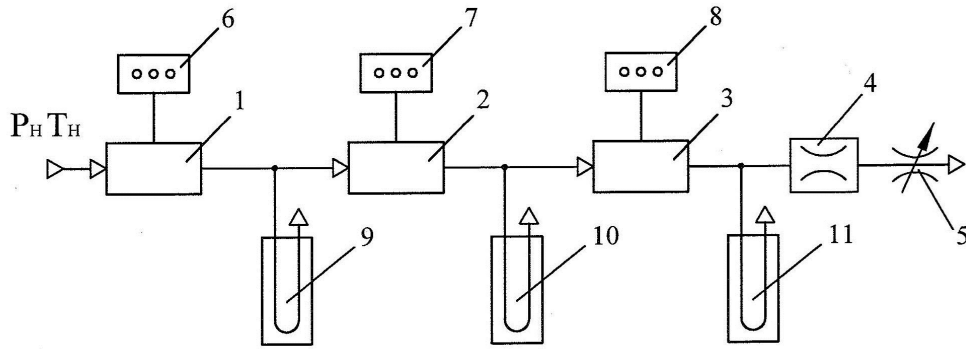
где $\Delta P_{1N} = \Delta P_{11}/2^{(N-1)}$ - величина разрежения на выходе первого СДР;

Q_{1N} - величина расхода через первый СДР, соответствующая выходному сигналу f_{1N} .

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на каждом последующем (N+1)-м этапе устанавливают протяжку воздуха такой, чтобы $f_{1N+1} = K_{21} * f_{2N}$, то есть чтобы выходной сигнал f_{1N+1} первого СДР стал равен выходному сигналу f_{2N} второго СДР на предыдущем этапе, умноженному на коэффициент коррекции K_{21} , учитывающий отклонения в характеристиках первого и второго СДР, связанных с допустимыми отклонениями при их изготовлении.

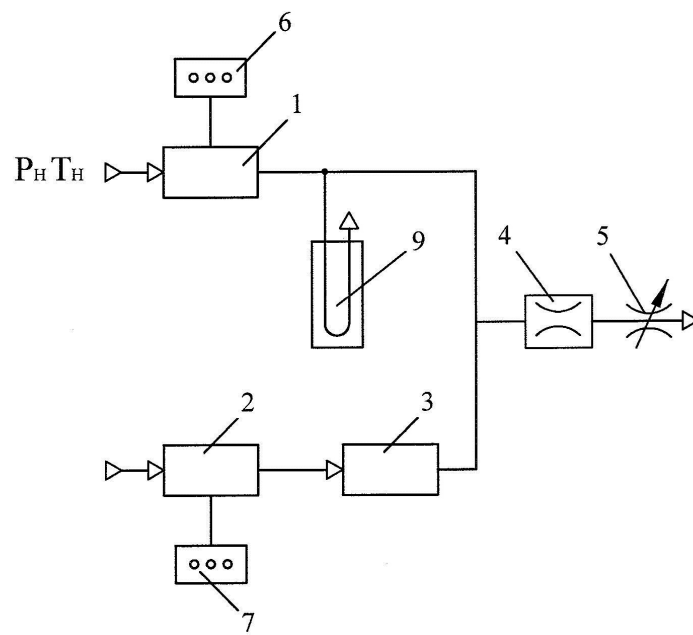
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что при построении РХ первого СДР величину перепада давлений на первом СДР, для повышения точности определения РХ, принимают по этапам: $\Delta P_{1N} = \Delta P_{11} * (\Delta P_{21}/\Delta P_{11})^{N-1}$.

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2