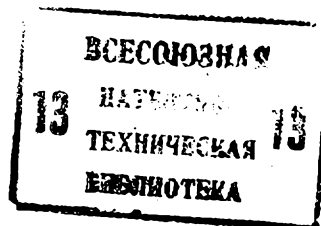




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3544046/23-26
- (22) 14.01.83
- (46) 30.09.84. Бюл. № 36
- (72) В.Н. Прилепский, М.А. Соловьев, Ю.В. Самаркин и С.И. Шевчишин
- (71) Киевский институт автоматики им. ХХУ съезда КПСС
- (53) 66-012-52(088.8)
- (56) 1. Авторское свидетельство СССР № 658348, кл. G 01 N 9/32, 1977.
- 2. Авторское свидетельство СССР № 894465, кл. G 01 N 7/10, 1980.
- 3. Авторское свидетельство СССР № 817524, кл. G 01 N 7/04, 1979.

(54)(57) 1. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР, содержащий измерительный и сравнительный каналы, каждый из которых выполнен в виде последовательно соединенных ламинарного дросселя, устройства поддержания перепада на дросселе, пневмоемкости и пневмоклапана, стабилизированный источник питания измеряемого газа, установленный перед ламинарным дросселем измерительного канала, элемент сравнения,

связанный одним из входов с линией опорного давления, импульсатор, вход которого соединен с выходом элемента сравнения, а выход - с управляющими входами пневмоклапанов и первым входом элемента памяти, установленного на выходе газоанализатора, от которого известно, что, с целью расширения области применения и повышения надежности, газоанализатор содержит стабилизированный источник питания сравнительного газа, выход которого подключен к ламинарному дросселю сравнительного канала, другой вход элемента сравнения подключен к пневмоемкости измерительного канала, а второй вход элемента памяти подключен к пневмоемкости сравнительного канала.

2. Газоанализатор по п. 1, отличающийся тем, что, с целью повышения точности работы, он содержит устройство выравнивания температуры газов, установленное в линиях газов после источников питания сравнительного и измеряемого газов.

Изобретение относится к приборостроению и может найти применение в отраслях промышленности, где необходимо производить автоматический анализ состава газовых смесей, например в химической промышленности.

Известен пневматический газоанализатор, содержащий стабилизированные источники питания измеряемого и сравнительного газов, устройство выравнивания температуры газов, турбулентные и ламинарные дроссели в линии каждого газа, вторичный прибор и трехмембранный элемент (нуль-индикатор), входы которого соединены с выходами ламинарных дросселей. При этом турбулентный дроссель сравнительного газа выполнен в виде сопла, управляемого заслонкой, которая является жестким центром мембранного блока трехмембранного элемента и служит также элементом управления вторым соплом, причем второе сопло соединено с входом вторичного прибора и через переменный дроссель с линией питания [1].

При работе измеряемый и сравнительный газы от стабилизированных источников питания пропускают через устройство выравнивания температуры, а затем через ламинарные и турбулентные дроссели. При изменении в измеряемом газе концентрации одного из компонентов изменяется его вязкость и плотность и, соответственно, давление после ламинарного дросселя в линии измеряемого газа. При этом на центральной мембране трехмембранного элемента устанавливается перепад давления, мембранный блок начинает перемещаться, изменяя положение заслонки относительно сопел, соответственно изменяя проводимости турбулентного дросселя сравнительного газа и проводимость второго сопла. При изменении проводимости сопел изменяется давление перед турбулентным дросселем сравнительного газа и перед вторым соплом. Мембранный блок устанавливается в такое положение, при котором давления перед турбулентными дросселями равны, т.е. схема находится в равновесии. При этом давление перед вторым соплом и, соответственно, на входе вторичного прибора является функцией концентрации измеряемого газа.

Недостатками этого устройства являются низкая точность, сложность

наладки и узкая область применения. Низкая точность обусловлена тем, что параллельность заслонки и торцовых поверхностей сопел в процессе работы может нарушаться вследствие перекосов мембранного блока. При этом одной и той же проводимости сопла в линии сравнительного газа, определяемой концентрацией измеряемого газа, могут соответствовать различная проводимость второго сопла и, соответственно, различные значения выходного сигнала. Сложность наладки устройства обусловлена трудностью установки заслонки параллельно торцовым поверхностям сопел. Вследствие наличия как ламинарных, так и турбулентных дросселей газоанализатор имеет сложную нелинейную и не выражающуюся в явном виде зависимость выходного сигнала $P_{\text{вых}}$ от плотности $\rho_{\text{п}}$ и вязкости $\mu_{\text{и}}$ измеряемого газа, которая может быть приближенно описана уравнением:

$$P_{\text{вых}} = K \frac{\rho_{\text{и}}}{\mu_{\text{и}}^2}$$

где K - коэффициент пропорциональности.

Нелинейность характеристики газоанализатора сужает область его применения, так как не позволяет использовать его в схемах контроля и управления совместно с аналоговыми вычислительными устройствами, предполагающими наличие линейных зависимостей величины выходных сигналов от измеряемых параметров.

Известен пневматический газоанализатор, содержащий стабилизированные источники питания измеряемого и сравнительного газов, устройство выравнивания температуры газов, последовательно соединенные дроссели в линии каждого газа, причем ламинарный дроссель сравнительного газа соединен с турбулентным дросселем через проточную камеру одномембранного элемента. Линии измеряемого и сравнительного газов соединены с соответствующими входами элемента сравнения, выход которого соединен с глухой камерой одномембранного элемента и входом вторичного прибора. При работе данного газоанализатора измеряемый и сравнительный газы после выравнивания их температуры проходят через ламинарные и турбулентные дроссели. Посредством элемента сравнения, воздейст

вующего на величину перепада на ламинарном дросселе сравнительного газа, давления перед турбулентными дросселями поддерживаются равными. При этом выходной сигнал элемента сравнения, определяющий давление после ламинарного дросселя сравнительного газа, является функцией концентрации измеряемого газа и регистрируется вторичным прибором [2].

Недостатком устройства является узкая область применения вследствие нелинейности его характеристики. Это обусловлено тем, что газоанализатор содержит как ламинарные, так и турбулентные дроссели. При этом расход через ламинарные дроссели линейно зависит от плотности, нелинейно от вязкости, а расход через турбулентные дроссели нелинейно зависит от плотности и не зависит от вязкости газа. В этом случае величина выходного сигнала $P_{\text{вых}}$ (давление перед вторичным прибором) имеет сложную нелинейную и не выражающуюся в явном виде зависимость от плотности ρ и вязкости μ измеряемого газа. Приближенно эта зависимость может быть описана уравнением:

$$P_{\text{вых}} = P_1 - K,$$

где P_1 - давление перед ламинарным дросселем;

K - коэффициент пропорциональности.

Это обуславливает, учитывая, что зависимость плотности и вязкости измеряемого газа от концентрации линейна, линейность характеристики газоанализатора и, соответственно, сужает область его применения. Так, например, он не может быть применен в системах автоматического контроля и управления совместно с аналоговыми вычислительными устройствами, на вход которых должны подаваться сигналы, связанные с измеряемыми параметрами линейной зависимости.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту к изобретению является пневматический дифференциальный преобразователь расхода в давление, содержащий сравнительный и измерительный каналы, каждый из которых выполнен в виде последовательно соединенных дросселя, вен-

к входам дросселей сравнительного и измерительного каналов, реактор, включенный между дросселем и вентилем измерительного канала, элемент сравнения, один вход которого соединен с пневмоемкостью сравнительного газа, а второй вход - с каналом опорного давления, усилитель давления, входы которого соответственно соединены с пневмоемкостями, ячейку памяти, подключенную к выходу усилителя давления, одномембранный элемент в линии выхода измеряемого газа и импульсатор, вход которого соединен с выходом элемента сравнения, а выход - с управляющими входами ячейки памяти и клапанов [3].

При работе устройства измеряемый газ поступает от регулятора давления, проходит через дроссели, на которых при помощи вентилей поддерживается постоянный перепад давления, и поступает в пневмоемкости. В реакторе поглощаются определенные компоненты газа, вследствие чего его расход в пневмоемкости измеряемого газа меньше и давление в ней нарастает с меньшей скоростью. При достижении в пневмоемкости сравнительного канала давления, равного опорному, срабатывают элемент сравнения и импульсатор, и выходной сигнал усилителя давления, который в этот момент времени пропорционален разности давлений в пневмоемкостях и концентрации поглощенного компонента, запоминается на ячейке памяти. При этом пневмоемкости опорожняются через открывшиеся клапаны, а после снятия импульса импульсатора клапаны закрываются и начинается следующий цикл измерения.

Недостатком данного устройства является узкая область применения. Это обусловлено тем, что во многих случаях трудно, а иногда вообще не удается подобрать используемый в реакторе поглотитель компонентов измеряемого газа, применение которого может быть оправдано в промышленных условиях. Кроме того, по мере работы поглотитель насыщается, что приводит к неполному поглощению компонентов измеряемого газа и в конечном итоге может привести к отказу устройства и, соответственно, снижает надежность устройства. Температура измеряемого газа в реакторе может изменяться, что приводит к температурной погрешности, так как по условиям работы

устройства температуры газов в пневмостях должны быть равны.

Цель изобретения - расширение области применения и повышение надежности пневматического газоанализатора.

Поставленная цель достигается тем, что пневматический газоанализатор, содержащий измерительный и сравнительный каналы, каждый из которых выполнен в виде последовательно соединенных ламинарного дросселя, устройства поддержания перепада на дросселе, пневмостности и пневмоклапана, стабилизированный источник питания измеряемого газа, установленный перед ламинарными дросселем измерительного канала, элемент сравнения, связанный одним из входов с линией опорного давления, импульсатор, вход которого соединен с выходом элемента сравнения, а выход - с управляющими входами пневмоклапанов и первым входом элемента памяти, установленного на выходе газоанализатора, дополнительно содержит стабилизированный источник питания сравнительного газа, выход которого подключен к ламинарному дросселю сравнительного канала, другой вход элемента сравнения подключен к пневмостности измерительного канала, а второй вход элемента памяти подключен к пневмостности сравнительного канала.

Кроме того, газоанализатор дополнительно содержит устройство выравнивания температуры газов, установленное в линиях газов после источников питания сравнительного и измеряемого газов.

При таком конструктивном выполнении пневматического газоанализатора благодаря введению стабилизированного источника питания сравнительного газа и соединению элемента сравнения с пневмостностью измерительного канала, а элемент памяти - с пневмостностью сравнительного канала на выходе элемента памяти формируется сигнал, пропорциональный вязкости и концентрации измеряемого газа, что позволяет исключить из схемы устройства реактор и, как следствие, расширить его область применения, так как подбор поглотителя с требуемыми свойствами заменяется более легким подбором сравнительного газа, и повысить надежность, так как исключаются отказы устройства вследствие

насыщения поглотителя. Кроме того, введение устройства выравнивания температуры газов обеспечивает равенство температуры газов в пневмостностях и обеспечивает, как следствие, отсутствие температурной погрешности.

На чертеже представлена схема предлагаемого пневматического газоанализатора.

Газоанализатор содержит стабилизированные источники питания (стабилизаторы давления) измеряемого 1 и сравнительного 2 газов, соединенные через устройство 3 выравнивания температуры газов (теплообменник) с входами соответствующих ламинарных дросселей 4 и 5 и глухими камерами повторителей 6 и 7 со сдвигом (устройств для поддержания перепада на дросселях). Выход ламинарного дросселя 4 соединен через проточную камеру и сопло повторителя 6 со сдвигом с пневмостностью 8, а выход ламинарного дросселя 5 соединен через проточную камеру и сопло повторителя 7 со сдвигом с пневмостностью 9. Пневмостность 8 соединена с входом элемента 10 памяти, выполненного, например, в виде линии задержки на такт, и через нормально разомкнутый пневмоклапан 11 с атмосферой. Пневмостность 9 соединена с положительным входом элемента 12 сравнения и через нормально разомкнутый пневмоклапан 13 с атмосферой. При этом элементы 5, 7, 9 и 13 образуют измерительный канал, а элементы 4, 6, 8 и 11 - сравнительный канал. Отрицательный вход элемента 12 сравнения соединен с линией опорного давления $P_{оп}$, а выход - с входом импульсатора 14. Выход импульсатора 14 соединен с управляющими входами пневмоклапанов 11 и 13 и элемента 10 памяти, выход которого является выходом газоанализатора.

Газоанализатор работает следующим образом.

При включении стабилизированных источников питания 1 и 2 измеряемый и сравнительный газы поступают на устройство 3 выравнивания температуры (теплообменник), а затем, имея равные температуры, на входы ламинарных дросселей 4 и 5. На ламинарном дросселе 4 устанавливается перепад давления ΔP_4 , определяемый настройкой повторителя 6 со сдвигом, и сравнительный газ поступает через

ламинарный дроссель 4 и проточную камеру и сопло повторителя 6 со сдвигом в пневмочасть 8, давление в которой при разомкнутом пневмоклапане 11 начинает расти. На ламинарном дросселе 5 устанавливается перепад давления ΔP_5 , определяемый настройкой повторителя 7 со сдвигом, и измеряемый газ поступает через ламинарный дроссель 5 и проточную камеру и сопло повторителя 7 со сдвигом в пневмочасть 9, давление в которой начинает расти при разомкнутом пневмоклапане 13. При достижении измеряемым газом в пневмочасти 9 величины давления P_9 , равной величине опорного давления $P_{оп}$, подаваемого на отрицательный вход элемента 12 сравнения, последний срабатывает и импульсатор 14 выдает единичный импульс $P_{14}=1$ определенной длительности. При этом давление P_8 сравнительного газа в пневмочасти 8 запоминается на элементе 10 памяти, выполненном в виде линии задержки на такт, и поступает на выход устройства, а пневмочасти 8 и 9 опорожняются через замкнутые пневмоклапаны 11 и 13. После снятия импульса импульсатора $P_{14}=0$ пневмоклапаны 11 и 13 размыкаются и опять начинается заполнение пневмочастей 8 и 9 через ламинарные дроссели 4 и 5, т.е. начинается следующий цикл измерения, а запомненное на элементе 10 памяти значение давления P_8 пропорционально концентрации измеряемого газа и равно величине выходного сигнала $P_{вых}$. Запомненное на элементе памяти значение давления сохраняется на нем до окончания следующего цикла измерения, т.е. до следующего срабатывания элемента 12 сравнения и импульсатора 14.

Расход G_u измеряемого газа через ламинарный дроссель 5 определяется уравнением Пуазейля:

$$G_u = \frac{\pi d_5^4 \bar{P}_5 \Delta P_5 M_u}{128 l_5 R T_u \mu_u} \quad (1) \quad (1)$$

где d_5, l_5 - диаметр и длина ламинарного дросселя 5;

\bar{P}_5 - среднее по длине дросселя 5 абсолютное давление;

ΔP_5 - перепад давления на дросселе 5;

M_u - молекулярная масса измеряемого газа;

R - универсальная газовая постоянная;

T_u - температура измеряемого газа;

μ_u - вязкость измеряемого газа.

Давление P_9 в пневмочасти 9 определяется по уравнению

$$P_9 = \frac{G_u R T_u}{V_9 M_u} \tau_9 \quad (2)$$

где V_9 - объем пневмочасти 9;

τ_9 - время заполнения пневмочасти 9.

Время τ_1 , за которое давление в пневмочасти 9 возрастает до величины опорного давления $P_{оп}$, может быть определено при совместном решении этих уравнений относительно τ и подстановке значения $P_9 = P_{оп}$:

$$\tau_1 = \frac{128 l_5 V_9 P_{оп}}{\pi d_5^4 \bar{P}_5 \Delta P_5} \mu_u = K_1 \mu_u \quad (3)$$

где $K_1 = \frac{128 l_5 V_9 P_{оп}}{\pi d_5^4 \bar{P}_5 \Delta P_5}$ - коэффициент пропорциональности - const.

Расход G_c сравнительного газа через ламинарный дроссель 4 определяется уравнением:

$$G_c = \frac{\pi d_4^4 \bar{P}_4 \Delta P_4 M_c}{128 l_4 R T_c \mu_c} \quad (4)$$

где d_4, l_4 - диаметр и длина ламинарного дросселя 4;

\bar{P}_4 - среднее по длине дросселя 4 абсолютное давление;

ΔP_4 - перепад давления на дросселе 4;

M_c - молекулярная масса сравнительного газа;

T_c - температура сравнительного газа;

μ_c - вязкость сравнительного газа.

Давление P_8 в пневмочасти 8 в момент времени τ_1 , запоминаемое на элементе 10 памяти и равное выходному сигналу $P_{вых}$ газоанализатора, определяется по уравнению:

$$P_8 = P_{вых} = \frac{G_c R T_c}{V_8 M_c} \tau_1 \quad (5)$$

После подстановки (3) и (4) в (5) получаем:

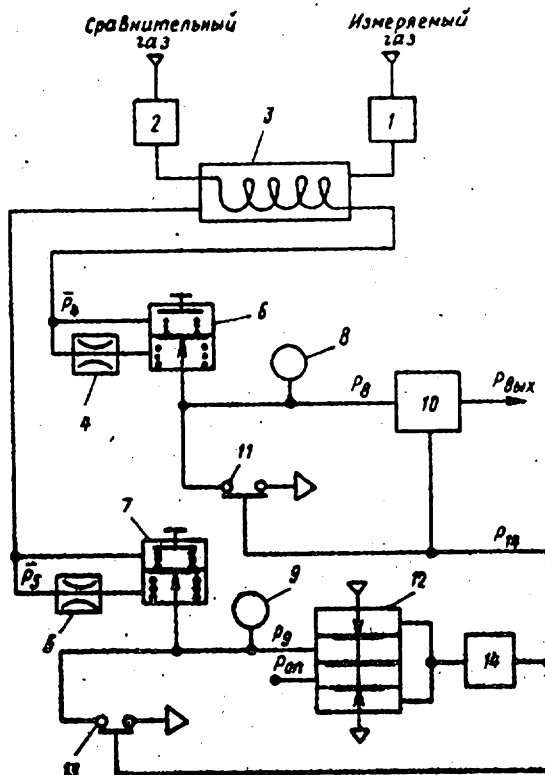
$$P_8 = P_{\text{Вых}} = \frac{\pi d_4^4 \bar{P}_4 \Delta P_4}{128 l_4 V_8 \mu_c} K_1 \mu_{\text{и}} = K \mu_{\text{и}} \quad (6)$$

где $K = K_1 \frac{\pi d_4^4 \bar{P}_4 \Delta P_4}{128 l_4 V_8 \mu_c} = \text{const.}$ - коэффициент пропорциональности.

Таким образом, как видно из уравнения (6), величина выходного сигнала газоанализатора прямо пропорциональна вязкости измеряемого газа, следовательно, и его концентрации, т.е. устройство имеет линейную характеристику. При этом из схемы известного устройства исключен реактор, что расширяет область применения, так как подбор сравнительного газа в предлагаемом устройстве не представляет сложности (в качестве сравнительного газа во многих случаях может быть использован воздух), в то время как в известном устройстве не всегда удается подобрать используемый в реакторе поглотитель, который отвечал бы

предъявляемым к нему техническим и экономическим требованиям. Кроме того, при этом исключаются отказы устройства, обусловленные насыщением поглотителя в процессе работы, что определяет более высокую надежность устройства по сравнению с известным. Как видно из уравнения (6), результаты измерений в предлагаемом устройстве не зависят от температуры газов, что обусловлено равенством температур, которое обеспечивается наличием устройства для их выравнивания, и определяют более высокую точность по сравнению с известным устройством, в котором газы в пневмоемкостях могут иметь разные температуры вследствие изменения температуры газа в реакторе, обуславливающие наличие температурной погрешности.

Применение изобретения для измерения концентрации водорода в хлоре в производстве хлора и каустика по ртутному методу совместно с аналогичными вычислительными устройствами в подсистеме расчета величины выхода по току для цеха обеспечивает экономический эффект 19,9 тыс.руб. в год.



ВНИИПИ
Тираж 822

Заказ. 6922/35
Подписное

Филиал ИИП "Патент",
г. Ужгород, ул. Проектная, 4