



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 229 061** ⁽¹³⁾ **C2**

(51) МПК⁷ **F 23 N 1/02**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2001131729/06, 26.04.2000
(24) Дата начала действия патента: 26.04.2000
(30) Приоритет: 26.04.1999 DE 19918901.3
(43) Дата публикации заявки: 20.06.2003
(46) Дата публикации: 20.05.2004
(56) Ссылки: DE 2928739 A, 24.05.1983. GB 1571906 A, 23.07.1980. GB 2296091 A, 19.06.1996. EP 0628815 A, 14.12.1994. US 5311447 A, 10.05.1994. RU 2054144 C1, 10.02.1994. SU 1361435 A2, 23.12.1987. SU 1477990 A1, 07.05.1989.
(85) Дата перевода заявки PCT на национальную фазу: 26.11.2001
(86) Заявка PCT: EP 00/03761 (26.04.2000)
(87) Публикация PCT: WO 00/65280 (02.11.2000)
(98) Адрес для переписки: 129010, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", пат.пов. Е.В.Томской

(72) Изобретатель: ДУРСТ Франц (DE)
(73) Патентообладатель: ГЕЗЕЛЛЬШАФТ ЦУР ФЕРВЕРТУНГ ДЕР ГАЗАРТЕНЕРКЕННУНГСТЕХНИК ИН БРЕННЕРЗЮСТЕМЕН (ГФГБ) (DE)
(74) Патентный поверенный: Томская Елена Владимировна

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТОПЛИВООКСИДИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ В ПОДВОДЯЩЕМ ТРУБОПРОВОДЕ ГОРЕЛКИ

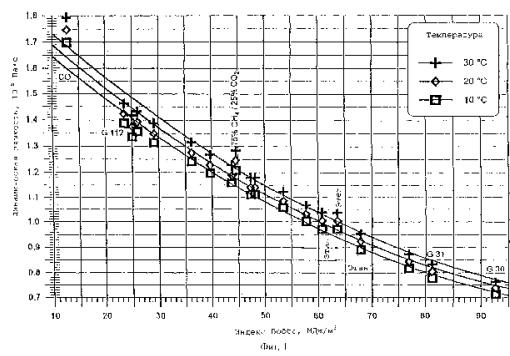
(57) Устройство предназначено для регулирования топливоокислительной смеси в подводящем трубопроводе горелки. Оно содержит устройство для изменения состава топливоокислительной смеси и измерительный прибор для регистрации состояния топливоокислительной смеси. Устройство также содержит схему для управления устройством для изменения состава в зависимости от зарегистрированного измерительным прибором состояния. Измерительный прибор регистрирует состояние, по меньшей мере, части топливоокислительной смеси через вязкость или ее функцию перед сжиганием,

при этом он установлен в направлении течения перед устройством для изменения состава и управляет составом в соответствии с функцией зарегистрированной вязкости посредством схемы управления устройством или он установлен за устройством для изменения состава и посредством схемы управления устройством регулирует состав топливоокислительной смеси. Такое выполнение устройства позволит создать усовершенствованное устройство для регулирования соотношения окислитель - топливо в подводящем трубопроводе горелки, затраты на которое остаются в приемлемых пределах. 20 з.п. ф-лы, 6 ил.

RU
2
2
2
9
0
6
1
C
2

RU
2
2
2
9
0
6
1
C
2

RU 2229061 C2



RU 2229061 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 229 061** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **F 23 N 1/02**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001131729/06, 26.04.2000
 (24) Effective date for property rights: 26.04.2000
 (30) Priority: 26.04.1999 DE 19918901.3
 (43) Application published: 20.06.2003
 (46) Date of publication: 20.05.2004
 (85) Commencement of national phase: 26.11.2001
 (86) PCT application:
 EP 00/03761 (26.04.2000)
 (87) PCT publication:
 WO 00/65280 (02.11.2000)
 (98) Mail address:
 129010, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3,
 OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
 Partnery", pat.pov. E.V.Tomskoj

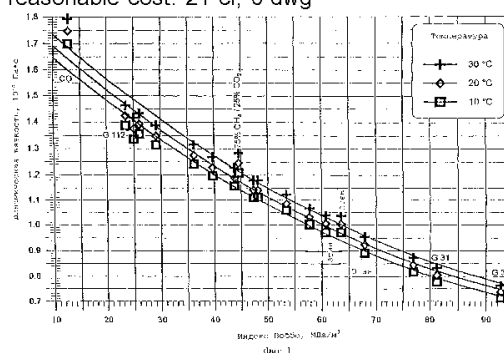
(72) Inventor: DURST Frants (DE)
 (73) Proprietor:
 GEZELL'ShAFT TsUR FERVERTUNG DER
 GAZARTENERKENNUNGSTEKHNİK IN
 BRENNERZJuSTEMEN (GFGB) (DE),
 (74) Representative:
 Tomskaja Elena Vladimirovna

(54) **DEVICE FOR CONTROLLING FUEL-OXIDANT MIXTURE IN BURNER SUPPLY PIPELINE**

(57) Abstract:

FIELD: controlling fuel-oxidant mixture in burner supply pipeline. SUBSTANCE: device has unit for varying fuel-oxidant mixture composition and measuring instrument for recording fuel-oxidant mixture condition. Device also has control circuit for mixture composition varying unit depending for its operation on mixture condition recorded by measuring instrument. The latter records state of at least part of fuel-oxidant mixture by measuring its precombustion viscosity or its function; it is installed along mixture flow upstream of composition varying unit and controls mixture composition in compliance with function of recorded viscosity by means of device control circuit, or it may be installed downstream of mixture composition varying

unit and controls mixture composition by means of device control circuit. EFFECT: improved design of oxidant-fuel proportion control device in burner supply pipeline at reasonable cost. 21 cl, 6 dwg



RU 2 229 061 C2

RU 2 229 061 C2

Изобретение относится к устройству для регулирования топливоокислительной смеси в подводящем трубопроводе горелки, содержащему устройство для изменения состава топливоокислительной смеси и измерительный прибор для регистрации состояния топливоокислительной смеси при горении, а также схему для управления устройством для изменения состава в зависимости от зарегистрированного измерительным прибором состояния.

В отопительной технике уже давно существует проблема существенной зависимости характера горения газовых горелок от качества локально имеющегося газа. Качество характеризуется верхним индексом W_0 Воббе, который согласно Buderus Heiztechnik GmbH: Handbuch der Heizungstechnik, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich, 33. Auflage 1994, для природного газа марки L лежит в пределах 10,5-13 кВт.ч/м³, а для природного газа марки H - в пределах 12,0-15,7 кВт.ч/м³. Конструкторы стремятся разработать горелки, которые могли бы эксплуатироваться не только на газах соответственно одной группы, но и на газах обеих групп. Высококалорийные газы имеют высокую потребность в окислителе, низкокалорийные - малую. Упомянутый ниже окислитель подразумевает в себе, в целом, воздух, причем, однако, может применяться также специально обогащенный кислородом воздух или совершенно иные окислители.

При традиционном регулировании горелок подвод количества газа не согласовывают с качеством газа, что приводит к изменению коэффициента избытка воздуха и тем самым, в целом, к нежелательному изменению процесса горения. У предельно высококалорийных газов это может, однако, привести к тому, что в горючей газовой смеси будет слишком мало окислителя и тем самым произойдет повышенное выделение токсичных веществ, тогда как пламя у очень низкокалорийных газов может полностью задуваться за счет слишком большого количества окислителя. Это приводит тогда, в свою очередь, к ограничениям диапазона режимов работы горелки, поскольку законодательно предписываемые предельные значения выбросов могут быть превышены из-за низкого КПД или простого гашения пламени. Горелка, следовательно, должна иметь возможность регулирования таким образом, чтобы надежно и с малыми выбросами могли сгорать газы любого возможного качества или класса качества.

Та же проблема существует также при сжигании газообразных топлив, в частности газов первой - четвертой групп, алканов, алкенов, алкинов, а также газовых смесей, содержащих в большом количестве метан, высшие углеводороды, водород, азот, монооксид углерода, диоксид углерода и воздух. Здесь также количество топлива или же воздуха или окислителя должно согласовываться с видом топлива.

То же относится к жидким или многофазным топливам. К жидким топливам относятся, например, сжиженные горючие газы и масла, в частности дизельное масло, мазут и рапсовое масло. К многофазным относятся, например, переносимые в газовую

фазу твердые топливные частицы, кипящие топлива или содержащие инертные газы жидкие топлива.

Все шире и шире применяется технология, с помощью которой определяют качество топлива или, в целом, состояние топлива и соответственно управляют коэффициентом избытка воздуха. Это, конечно, не исключает того, что качество топлива можно регулировать также за счет добавок в соответствии с постоянной теплотой сгорания.

В целом, составом для горелки управляют так, что горелка работает, по меньшей мере, вблизи оптимальной рабочей точки. За счет этого расширяется диапазон режимов работы горелки, причем, правда, комплексные способы точного регулирования необходимого количества воздуха или окислителя, которые базируются тогда, прежде всего, на измерениях при работе горелки, технически не могут быть реализованы, если затраты на горелку должны поддерживаться на как можно более низком уровне.

Ниже следует привести некоторые концепции, с тем чтобы можно было реализовать независимое от состава горючего газа горение. Одна возможность основана на измерении ионизационного тока при горении. Здесь следует сослаться на статьи M.Herrs, R.Merker, Dr. R.Naumann, H.Nolte: "Optimierung von Verbrennungsprozessen mittels einer Ionisations-Flammen-Managements", Gas Wärme International, 47 (1998), выпуск 2, и "Signals aus der Flamme", Luftzahlkennung aus dem Ionisationsstrom: Neue Möglichkeiten für die Kesseltechnik", Ruhrgas Forum, седьмое издание, Essen, 1998.

Ионизационные электроды являются при этом составной частью предохранительной цепочки горелки, которая при гашении пламени отключает подачу газа. Применяемый способ измерения основан при этом на физическом эффекте, заключающемся в том, что молекулы газовой смеси и продукты ее реакции при высоких температурах в пламени расщепляются на электропроводящие ионы. Если между горелкой и ионизационным электродом приложить напряжение, то электрический ток будет протекать до тех пор, пока горит пламя.

Помимо определения состояния включения и выключения пламени ионизационный ток содержит также дополнительную информацию о состоянии горения, в том числе о температуре горения и тем самым косвенно о коэффициенте избытка воздуха. За счет калибровки создают эталон в отношении стехиометрического режима, характеризующегося максимальным значением ионизационного тока. Надстехиометрическую рабочую точку устанавливают относительно этого эталонного значения, и она образует основу регулирования.

Другая возможность улучшения условий горения основана на измерении концентрации окислителя в отработавших газах, как это реализуется, например, также в автомобильной технике. При этом используются так называемые кислородные

датчики, описанные, например, в проспекте фирмы "Газмодуль" (Хонивелл Ко.): "Kesselsteuerung MCBA 1400 und GMS-10 O₂-Sensor". Эти кислородные датчики состоят, в основном, из двух электродов, соединенных между собой твердым электролитом. Этот твердый электролит способен пропускать ионы применяемого здесь в качестве окислителя кислорода. При приложении электрического постоянного напряжения возникает электрохимическое насосное действие, на основе которого ионы кислорода пропускаются через твердый электролит. За счет селективного накачивания ионов кислорода возникает разность концентраций, вырабатывающая напряжение Нернста. Период времени, необходимый для того, чтобы разность напряжений достигла заданного значения, используется в качестве меры парциального давления окислителя в окружающем пространстве.

Другой способ регулирования газовой горелки с учетом характера газа состоит в использовании световодной техники измерения. Создаваемое пламенем излучение, зависимое от состава газовой смеси, регистрируют оптическим датчиком и по световоду направляют к фотоумножителю. Сигнал фотоумножителя может тогда использоваться в качестве регулирующей величины для подачи количества газа. Подобная система регулирования описана, например, в статье "Neues Regelsystem für Vormischbrenner, Licht-leiter-Meßtechnik erfährt Flammensignale", Ruhrgas Forum, четвертое издание, Essen, декабрь 1992 г.

Для измерения и регулирования подачи количества тепла существует еще один способ согласно DE 4336174 A1, при котором за счет измерения объемного потока газа, давления, температуры, плотности и скорости звука в нормальных условиях, а также скорости звука в эксплуатационных условиях судят о передаваемом в топливе количестве тепла.

Согласно DE 2928739, часть потока горючего газа ответвляют и преобразуют в калориметрическом сосуде. По высвобождающемуся количеству тепла можно посредством функциональной связи судить о составе горючего газа. Полученное таким образом измеренное значение может использоваться в качестве сигнала для процессов регулирования, с тем чтобы за счет подачи газа поддерживать постоянным индекс Воббе газового потока или целесообразно изменять поток количества газа. Подобные способы применяются газоснабжающими организациями для контроля или управления качеством газа или в крупных промышленных установках для настройки горелок.

В принципе, все эти способы включают в себя измерение различных физических величин посредством измерительного прибора и регулирование и управление посредством схемы, с помощью которой устройство для изменения состава в соответствии с подаваемыми измерительным прибором сигналами управляет или регулирует смешивание. При этом осуществляют управление в соответствии с назначением, состоящим в согласовании процесса горения с колебаниями качества

топлива.

До сих пор технически зарекомендовали себя только такие способы для горелок, в частности бытовых горелок, которые посредством измерения ионизационного тока или кислородного датчика определяют измеренные значения, полученные для управления во время или после сгорания. Этим, правда, невозможно уже перед запуском отреагировать на изменение состава газа.

В качестве других решающих технических недостатков в отношении кислородного датчика следует назвать малый срок службы, а в отношении измерения ионизационного тока - возникающие тепловые нагрузки на систему горелок с последствием большого выброса токсичных веществ при приближении к стехиометрической точке.

При измерении ионизационного тока могут возникнуть далее ошибочные измерения, поскольку, в принципе, для каждого нового регулирования мощности потребовалась бы новая калибровка. Поэтому, например, непрерывную модуляцию технически чрезвычайно трудно реализовать и приходится ограничиваться режимом работы с ограниченным числом ступеней мощности.

Упомянутое выше калориметрическое определение состава газа означает определенную потерю энергии. По причинам затрат использовать калориметрическое определение состава газа для отопительных установок не рекомендуется.

Задачей изобретения является создание усовершенствованного устройства для регулирования соотношения окислитель - топливо в подводящем трубопроводе горелки описанного выше рода, затраты на которое остается в приемлемых пределах.

Эта задача решается с помощью устройства для регулирования топливоокислительной смеси в подводящем трубопроводе горелки, содержащего устройство для изменения состава топливоокислительной смеси и измерительный прибор для регистрации состояния топливоокислительной смеси при горении, а также схему для управления устройством для изменения состава в зависимости от зарегистрированного измерительным прибором состояния, благодаря тому, что измерительный прибор регистрирует состояние, по меньшей мере, одной части топливоокислительной смеси через вязкость или ее функцию перед сжиганием, и у которого этот измерительный прибор установлен в направлении течения перед устройством для изменения состава и управляет составом топливоокислительной смеси в соответствии с функцией зарегистрированной вязкости посредством схемы управления устройством. Такой же технический результат достигается также в том случае, если измерительный прибор установлен за устройством для изменения состава и посредством схемы управления устройством регулирует состав топливоокислительной смеси.

То, что с помощью подобного устройства задача успешно решается, сначала кажется неожиданным. Ожидалось бы, что специалист оптимизировал бы известные способы посредством измерений ионизационного тока или кислородного датчика с помощью

специальной конструкции или определения других параметров для улучшения управления. Здесь заявитель пошел, однако, другим путем, в частности уже за счет того, что еще перед горелкой происходит измерение состава. Единственным известным в этом отношении способом было бы калориметрическое определение теплоты сгорания, которое, однако, всегда связано с определенной потерей энергии и до сих пор также не применялось для управления горелкой.

Далее впервые определяют вязкость, по меньшей мере, части смеси, физическую величину, которая прежде не учитывалась при управлении горелкой, возможно, поскольку поясняемая ниже более подробно связь между вязкостью и тепловой сгорания в кругах специалистов малоизвестна.

После реализации изобретения было установлено, что оно помимо решения названной выше задачи дает еще дополнительные преимущества. Так, устройство согласно изобретению может быть использовано уже перед воспламенением для согласования горелки с изменившимися свойствами топлива. Этим можно облегчить процесс воспламенения. В частности, возникающие у низкокалорийных газов трудности с воспламенением могут быть обычно устранены только сложными мерами по оптимизации расположения горелок. Кроме того, выбросы при запуске можно за счет этого целенаправленно довести до низкого уровня.

Далее возможен непрерывный режим работы, поскольку даже при дросселировании подачи топлива количество воздуха подходящим образом добавляют. Горелку, эксплуатируемую с помощью подобного устройства, нельзя поэтому для нагрева на различных ступенях включать и выключать. Т.е. процессов зажигания, в результате которых у обычных горелок существенно увеличивается выброс отработавших газов горелки, можно избежать, что также способствует улучшению охраны окружающей среды.

В целом, следует, однако, подчеркнуть, что с помощью этой техники становится возможным более полное сгорание топлива, что благоприятно сказывается также на затратах на горелку при работе. Благодаря почти полному за счет этого сгоранию можно сократить также циклы обслуживания, например, для удаления остатков топлива.

Этот совершенно новый, применяемый в устройстве способ может применяться даже для управления горелкой для самых различных видов топлива. Далее, в зависимости от расположения измерительного прибора устройство может применяться либо перед, либо за устройством для изменения состава, для управления или регулирования. Управление, правда, предпочтительнее, поскольку оказалось, что индекс Воббе при регистрации вязкости чистой топливной смеси без подачи окислителя может быть определен лучше.

Для пояснения изобретения в отношении физических процессов следует сослаться также на DE 2928739, где раскрыто то обстоятельство, что топливные свойства природных газов различного происхождения и состава могут быть определены с большой

точностью в качестве функции динамической вязкости текучих сред. Это обстоятельство до сих пор не использовалось при управлении горелками. В данной публикации этот способ рекомендуется единственно для того, чтобы указать разумную меру расчета подаваемых количеств топлива. Однако способ не зарекомендовал себя и здесь; для расчета также продолжают применяться, в основном, калориметрические методы.

Здесь следует кратко пояснить основу определения по вязкости теплоты сгорания или индекса Воббе.

Верхний индекс W_0 Воббе при имеющемся давлении и температуре горючего газа является, как известно, важной величиной, характеризующей качество газообразных топлив, и определяется выражением:

$$W_0 = \frac{H_0}{\sqrt{\frac{\rho}{\rho_{L,n}}}} \quad (1)$$

где H_0 - эксплуатационная теплотворная способность;

ρ - плотность горючего газа;

$\rho_{L,n}$ - нормальная плотность (273,15 К и 1013,25 гПа) воздуха.

Аналогичным образом определяют также нижний индекс W_u Воббе, причем вместо теплотворной способности H_0 необходимо привлечь теплоту H_u сгорания.

Вязкость можно, например, определить, если при условии ламинарного течения газа по капилляру или трубе в качестве основы служит следующая физическая закономерность (закон Гагена-Пуазейля):

$$\eta = \frac{\Delta p \cdot \pi \cdot R^4}{8 \cdot l \cdot \dot{V}} \quad (2)$$

где η - динамическая вязкость газа;

Δp - перепад давления на входе и выходе или между двумя местами измерений давления;

R^4 - радиус капилляра;

l - длина капилляра;

\dot{V} - объемный поток горючего газа.

В качестве альтернативы справедливому в ламинарной области уравнению (2) было бы также возможным использование немного более комплексной, зависимой от шероховатости трубы связи для неполностью образовавшейся турбулентности, т.е. в переходной области между ламинарным и полностью турбулентным течениями. Другая альтернатива состоит в использовании некругообразных труб, в частности прямоугольного, кольцеобразного или овального сечения, причем тогда должны быть использованы другие, отличающиеся от уравнения (2) функциональные связи. Для многофазных текучих сред можно использовать также связь между эффективной вязкостью и падением давления, которая изображается более комплексно, нежели уравнение (2).

Для определения динамической вязкости η помимо геометрических данных должны быть еще известны, следовательно, Δp и \dot{V} . Для управления горелкой объемный

поток должен быть, правда, небольшим с тем, чтобы, с одной стороны, поддерживать низкой потребность в площади для устройства за счет использования маленьких капилляров, а с другой стороны, при больших объемных потоках поддерживать низкими становящиеся более заметными входные эффекты течения, которые могут привести к крупным ошибкам измерений. Использование маленьких капилляров сокращает, кроме того, издержки. Измерение очень малых объемных потоков, однако, является очень сложным делом. Поэтому следует обеспечить, по возможности, постоянный, очень малый объемный поток. Это может происходить, в частности, согласно усовершенствованному варианту изобретения, посредством микронасоса, в частности полупроводникового микронасоса. Потеря давления может быть измерена тогда обычным образом (например, пьезоэлектрически). Для определения динамической вязкости η можно, кроме того, учесть температурную зависимость динамической вязкости. Принцип работы используемого в изобретении датчика вязкости можно описать следующим образом.

Насос подает постоянный известный объемный поток через капилляр, на котором измеряют падение давления. С учетом температуры газа измеряют затем электронный сигнал, соответствующий вязкости и тем самым также индексу Воббе или другим величинам, характеризующим качество топлива, в частности минимальной потребности в воздухе, теплотворной способности и теплоте сгорания. В качестве альтернатив осуществимы также измерение \dot{V} и Δp или контролируемое регулирование Δp и измерение \dot{V} . От измерения или задания особого сигнала давления можно даже отказаться, если мощности потерь насосов-дозаторов в будущем станут настолько малы, что потерю давления можно будет определить через потребляемую мощность насоса.

Изобретение использует теоретическое рассуждение, заключающееся в том, что при изменении состава газа справедливо:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_2}} \cdot \frac{L_{min,1}}{L_{min,2}} \approx \lambda_1 \cdot \frac{W_{0,1}}{W_{0,2}} \approx \lambda_1 \cdot \frac{W_{u,1}}{W_{u,2}}, \quad (3)$$

если объемный поток топлива за счет турбулентного дросселирования вел бы себя обратно пропорционально корню из плотности топлива. Коэффициент λ_2 избытка воздуха изменяется, в целом, приблизительно пропорционально отношению индекса Воббе (W_0 - верхний; W_u - нижний) к коэффициенту избытка первичного воздуха в номинальном режиме λ_1 . При этом обозначают: $\rho_1, 2$ - плотность горючего газа; $L_{min, 1, 2}$ - минимальная потребность в воздухе.

Если, напротив, происходит не турбулентное дросселирование, а имеется ламинарное течение при постоянном значении Δp , то:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot \frac{\mu_2}{\mu_1} \cdot \frac{L_{min,1}}{L_{min,2}}. \quad (4)$$

При применении способа, при котором объемный поток горючего газа вел бы себя независимо от его плотности, справедлива простая связь:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot \frac{L_{min,1}}{L_{min,2}}. \quad (5)$$

Приведенные выше расчеты показывают, что в идеальном случае для определения вязкости достаточно определить теплоту сгорания или необходимое количество воздуха. Правда, имеющиеся на практике условия принципиально отличаются от рассматриваемых выше идеальных условий, так что, в целом, не ожидается простой связи, и следует скорее полагаться на измеренную характеристику.

Это определение теплоты сгорания и тем самым индекса Воббе можно, однако, еще более улучшить согласно усовершенствованному варианту изобретения, у которого предусмотрено, по меньшей мере, одно место измерения для регистрации температуры, по меньшей мере, частичного количества топливоокислительной смеси. На основе измерения температуры можно существенно лучше определить вязкость и тем самым индекс Воббе. Измеренная температура может быть введена также в качестве дополнительного параметра с тем, чтобы с помощью семейства характеристик лучше определить индекс Воббе или теплоту сгорания и тем самым необходимое количество воздуха.

Точность измерения повышают прежде всего согласно одному предпочтительному усовершенствованию изобретения, у которого измерительный прибор регистрирует вязкость исключительно топлива. Альтернативно возможно также регистрирование вязкости через ее функцию.

Если бы, напротив, определяли вязкость топливоокислительной смеси, то для регулирования пришлось бы использовать, например, также параметры примешиваемого воздуха, что ненужным образом усложнило бы устройство. Поэтому, как уже сказано, управление более благоприятно, чем регулирование посредством устройства.

Помимо других известных приборов для определения вязкости измерительный прибор, как он предусмотрен согласно предпочтительному усовершенствованному варианту изобретения, является трубчатым вискозиметром, с помощью которого динамическую вязкость определяют через связь между падением давления в трубе, объемного потока и при необходимости также температуры. Подобный измерительный прибор обладает, в частности, преимуществом особенно простого и малозатратного определения вязкости.

В другом предпочтительном усовершенствованном варианте изобретения предусмотрено, что размеры трубы выбраны так, что течение, в основном, является ламинарным. Кроме того, размеры трубы могут быть выбраны также так, чтобы течение, по меньшей мере, лежало в переходной области между турбулентным и ламинарным.

В этом усовершенствованном варианте ограничиваются, в основном, ламинарными течениями. Это имеет преимущество очень простого определения регулирования по приведенным выше уравнениям. Напротив, у турбулентных, в основном, течений рекомендуется для каждого устройства для

лучшего определения вязкости определять собственное семейство характеристик. Это усложнило бы процесс изготовления устройства согласно изобретению и повысило бы затраты на него.

В принципе, в подобных условиях можно использовать любую трубу, будь то прямая, криволинейная или же гнутая в произвольных формах. Сечение также может быть выбрано, в принципе, любым. В частности, затраты уменьшаются особенно тогда, когда согласно

двум предпочтительным усовершенствованным вариантам изобретения труба, во-первых, имеет прямую форму, а во-вторых, имеет по всей длине равномерное, в частности кругообразное, сечение.

При этом диаметр трубы может быть выбран, в принципе, также любым. Однако в первую очередь предпочтительно, если для измерения используют мало газа и рост давления для определения вязкости становится как можно более высоким, т.е. практически происходит переход к капилляру. Это учтено в предпочтительном усовершенствованном варианте изобретения, в котором предусмотрено, что диаметр трубы составляет менее 0,2 мм.

Этот расчет, прежде всего также в комбинации с предыдущими усовершенствованными вариантами изобретения, означает особенно хорошую регистрацию вязкости через падение давления или скорость течения.

С помощью вискозиметра вязкость можно определить, в частности, посредством измерения потери давления после протекания среды через трубу или также скорости течения при постоянном перепаде давления. Далее для определения вязкости можно привлечь любую комбинацию характера течения и падения давления через известные уравнения течения.

В частности, однако, согласно усовершенствованному варианту изобретения предпочтительно, если падение давления в трубе регистрируют с помощью измерительной техники, причем тогда скорость течения поддерживают, в основном, постоянной. С таким же техническим результатом можно зарегистрировать с помощью измерительной техники падение давления, по меньшей мере, внутри отрезка трубы.

Изменения давления на входе трубы могут, правда, незначительно исказить измерение. Для того чтобы по возможности противодействовать подобным мешающим эффектам на входе трубы, согласно предпочтительному усовершенствованному варианту изобретения предусмотрено, что вход трубы скруглен.

В частности, в отношении установления размеров трубы особенно предпочтительным оказался расчет в отношении числа Рейнольдса менее 1000.

С точки зрения измерительной техники, особенно просто, если для регулирования объемного потока в трубе предусмотрен управляемый насос. При поддерживаемом постоянным объемном потоке вязкость можно определить просто через измерение давления, а при сильно изменяющихся температурах также с учетом температуры - через дополнительное измерение

температуры. Это можно легко реализовать в первую очередь тогда, когда насосом управляют так, что объемный поток согласно предпочтительному усовершенствованному варианту изобретения постоянно регулируют, в частности, этим управляемым насосом.

Другая возможность состоит, однако, в управляемом насосе в том, что насос регулируют в отношении постоянного падения давления в трубе. Тогда определение вязкости происходит, в основном, через объемный поток, который в этом случае определяют только путем управления насосом. При соответствующей требуемой точности измерения измеренное значение может быть также улучшено через дополнительно измеренную температуру. В качестве насосов могут использоваться, в частности, насосы-дозаторы, вращающиеся или осциллирующие вытеснительные насосы, а также вращающиеся или осциллирующие вытеснительные компрессоры. Согласно усовершенствованному варианту изобретения предусмотрено, однако, что насос является микронасосом, в частности полупроводниковым микронасосом.

Подобные насосы являются микромеханическими конструктивными элементами, которые экономичны и просты по конструкции. В частности, за счет малого подаваемого количества они не образуют также воздушные пробки. Подобный насос описан, например, в статье: R. Linnemann et al. "A self-priming and bubble-tolerant piezoelectric silicon micropump for liquids and gases", Micro Electro Mechanical Systems MEMS, 25-29 января 1999 г., Германия.

Особенно компактным и малозатратным устройством становится согласно двум усовершенствованным вариантам изобретения, согласно которым полупроводниковый микронасос, а также, по меньшей мере, части схемы (28), в частности также датчик давления и температуры, интегрированы на общей подложке и/или падение давления в трубе определяют по потребляемой мощности насоса.

В частности, у последнего усовершенствованного варианта изобретения датчик давления не нужен, а в качестве меры давления используют потребляемую мощность насоса.

Мощности потерь насосов, в частности микронасосов, являются сегодня настолько воспроизводимыми, что мощность через калибровочную кривую может быть легко калибрована в давление или даже нужную вязкость.

В другом предпочтительном усовершенствованном варианте изобретения предусмотрено устройство управления горелкой, с помощью которого регулирование топливоокислительной смеси является активным уже перед воспламенением и с помощью которого, при необходимости, можно непрерывно управлять составом топливоокислительной смеси во время горения. Уже описанные выше преимущества непрерывного режима работы горелки и, в частности, также низкотоксичного воспламенения реализуются, следовательно, простым образом.

В особенно постоянных условиях, например при значениях колебаний индекса Воббе, гарантированных газоснабжающими

предприятиями, достаточно, если управление горелкой является активным до и/или также во время процесса воспламенения. Дальнейшего управления в непрерывном режиме работы тогда не требуется.

С другой стороны, особенно при газоснабжении с очень сильными колебаниями рекомендуется непрерывно или с равными интервалами осуществлять управление также и после воспламенения. При этом предпочтителен непрерывный режим работы.

В частности, если устройство миниатюризировано, предпочтительно выполнить его как часть используемого для горелки газового узла. Это преимущество возникает особенно тогда, когда устройство, как уже упомянуто, выполнено в виде интегрированного полупроводникового элемента.

Отмеренное топливо или отмеренная топливная смесь может быть, конечно, в простейшем случае отведена в окружающее пространство. Это, однако, означало бы ненужную нагрузку на окружающую среду, даже если использовать микронасосы с очень малыми объемными потоками.

Для того чтобы поддерживать эту нагрузку на окружающую среду как можно меньшей, изобретение предпочтительно усовершенствовано за счет того, что предусмотрено устройство, в частности воздуходувка горелки, для возврата части смеси в подводящий трубопровод горелки, которое не влияет на давление измеренной части смеси на выходе.

Для этой цели особенно пригодна, в частности, воздуходувка. За счет этого простым образом обеспечивается то, что давление части смеси на выходе остается, в основном, неизменным, так что простым образом можно избежать также неточностей измерительной техники.

В преимущественном усовершенствованном варианте предусмотрено, что к измерительному прибору подают эталонный газ. С помощью этого эталонного газа можно калибровать датчик вязкости.

Другие преимущества и особенности изобретения следуют также из описания примеров выполнения со ссылкой на чертежи, на которых показаны:

- фиг.1-3 - различные диаграммы для пояснения связи между динамической вязкостью и разными, характеризующими процесс горения свойствами горючего газа;

- фиг.4 - возможная конструкция измерительного прибора для определения вязкости;

- фиг.5 - пример выполнения для встраивания измерительного прибора по фиг.4 в общую схему управления горелкой;

- фиг.6 - другой пример выполнения для встраивания измерительного прибора по фиг.4 в общую схему управления горелкой.

Важным физическим понятием для представляющих здесь интерес связей является верхний индекс Воббе, определяемый как теплотворная способность через корень из отношения плотности газа к плотности воздуха в нормальных условиях. Как показано на фиг.1, существует эмпирическая функциональная связь между этим индексом Воббе и динамической

вязкостью.

Связь между динамической вязкостью и индексом Воббе видна на фиг.1, где для различных топлив нанесены отдельные точки измерений этих обеих величин. Некоторые топлива носят название, принятое в ЕЭС для отопительной техники.

В соответствии с этим возникает простая функциональная зависимость между динамической вязкостью и индексом Воббе, который показан сплошными линиями и, в основном, соблюдается у разных топлив в пределах $\pm 10\%$.

На фиг.1 нанесены в первую очередь также данные о различных температурах топлива при 10, 20 и 30°C. Здесь также оказывается, что функциональная связь между индексом Воббе и вязкостью в пределах приемлемых допусков практически независима от температуры. Хорошее определение вязкости с одновременным учетом температуры может, однако, через динамическую вязкость существенно улучшить управление горелкой в отношении подводимой к ней теплоты сгорания.

С повышением теплоты сгорания возрастает также расход окислителя для полного сгорания, который может подаваться, например, из окружающего пространства. На основе изображенных связей следует через измерение динамической вязкости управлять также расходом воздуха. Как видно из фиг.2, где для разных топлив динамическая вязкость нанесена в Па.с относительно расхода воздуха, также возникает лишь с небольшими отклонениями простая связь между расходом воздуха и динамической вязкостью. Из фиг.2 видно, что подходящий расход воздуха в пределах 10% можно оптимально установить на основе измеренной динамической вязкости. В частности, существует аналогичная связь между теплотой сгорания моментально актуального топлива и вязкостью, как это видно из фиг.3.

Фиг.1-3 ясно показывают, что управление самого разного рода составом горючего газа в отношении подаваемого окислителя или воздуха идеально подходит для оптимального режима работы горелки.

Особенно предпочтительный пример выполнения датчика 2 вязкости в качестве прибора для измерения вязкости изображен на фиг.4. Подобный датчик известен и как трубчатый вискозиметр. При расчете этого датчика 2 вязкости внимание было обращено в первую очередь на то, чтобы для измерения использовалось мало топлива. Поэтому в качестве трубы использован капилляр 4, в который микронасосом 6 подается топливо.

Подача топлива происходит по трубе 8, а выпуск - по трубе 10.

Из-за малых подаваемых количеств топливо можно просто выпускать в воздух. Как видно, однако, из фиг.5 и 6, его можно также снова вводить в топливо.

Микронасосом в примере выполнения на фиг.4 управляли для достижения постоянного объемного потока. Объемный поток выбран при этом так, чтобы на используемом капилляре 4 происходило подходящее большое повышение давления с тем, чтобы можно было достаточно точно определить вязкость. Для определения перепада давления на выходе и входе капилляра 4 предусмотрен датчик 14 давления. Датчик 14

давления оснащен далее температурным датчиком, так что обе величины, а именно падение давления и температура газа, имеются в распоряжении для более точного определения вязкости.

Электрические сигналы, выработанные датчиком 14 давления и температуры, поступают по линии 16 к электронному блоку обработки. Электронный блок обработки состоит при этом, в основном, из двух аналого-цифровых преобразователей, с помощью которых сигналы перепада давления и температуры преобразуются в цифровые значения. Электронный блок обработки содержит, далее, процессор, с помощью которого можно вводить цифровые значения и который вычисляет значение вязкости из преобразованных значений. В частности, предусмотрена также программа для процессора, которая полученное таким образом значение вязкости преобразует с помощью характеристики в управляющую величину для примешивания воздуха или топлива с целью получения подходящей топливоокислительной смеси.

Используемая для этого характеристика получается особенно просто тогда, когда течение по капилляру 4 лежит, в основном, в ламинарной области. Течение могло бы лежать, правда, и в области перехода между ламинарным и турбулентным, однако эксплуатация в области турбулентного течения менее рекомендуется из-за возникающей тогда неточности в результате отрыва вихрей и т.п.

Поэтому капилляр 4 рассчитан на число Рейнольдса менее 1000. В частности, для практических примеров выполнения пригодны диаметры трубы менее двух миллиметров, в частности менее 0,2 миллиметра.

В частности, из примера выполнения по фиг.4 следует, что как микронасос в качестве микромеханического конструктивного элемента, так и капилляр, датчики давления и температуры могут быть выполнены на единственной подложке. Поскольку подобные конструктивные элементы могут быть изготовлены обычными в полупроводниковой технике способами, можно также подумать над тем, чтобы интегрировать на той же подложке даже электронный блок обработки с аналого-цифровыми преобразователями и процессором, так что, в целом, возникает особо маленький конструктивный элемент, который может быть установлен практически в любом устройстве управления горелкой.

Как этот температурный датчик 2 может быть установлен в устройстве управления горелкой, подробно поясняется в первую очередь в примерах выполнения на фиг.5 и 6.

Фиг.5 и 6 отличаются друг от друга, в основном, тем, что на фиг.5 регулируют подачу топлива, а на фиг.6, напротив, - подачу воздуха.

При этом для упрощения опущены конструктивные элементы практической реализации формы выполнения. У соответствующего лабораторного оборудования, например, предусмотрено, что трубопроводы 8 и 10 посредством клапанов можно отключать от устройства управления горелкой, и для калибровки через датчик вязкости пропускали эталонный газ, например окружающий воздух. Этим можно учесть также механические допуски, изменения в

датчике давления, насоса и т.п., так что надлежащая работа устройства управления горелкой возможна без проблем даже в течение длительного времени.

В обоих примерах выполнения на фиг.5 и 6 топливо вводят по подающему трубопроводу 20, а приготовленную подходящим образом с учетом вязкости топливоокислительную смесь подают по трубопроводу 22.

Необходимый для горения окислитель подают при этом в качестве доли окружающего воздуха, который по входу 24 поступает к изображенным устройствам. Общим для обоих примеров является то, что топливо вводят из подающего трубопровода 20 по трубопроводу 26 в описанный выше датчик 2 вязкости, а отмеренное количество топлива снова вводят затем в общий поток топлива по трубопроводу 27. Место подачи является, собственно говоря, некритическим для функционирования. Было, однако, установлено, что измерение и регулирование являются особенно некритическими тогда, когда трубопровод 27 врезают не в подающий топливопровод 20, как это показано в примерах на фиг.5 и 6, а в воздуходувку 12, предусмотренную для подачи воздуха.

Измеренные значения температуры газа, давления и объемного потока подают по подводящим линиям 16 на устройство 28 управления, которое служит не только для ввода дополнительных функций через распознавание вида газа, но и выполняет также все задачи обычного управления горелкой. С помощью линии 30 электрические сигналы передаются на газовый узел 32, с помощью которого обычным образом управляют подачей топлива. Далее от электрического газового узла по линии 30 на устройство 28 управления передаются также данные, в частности ручные настройки для летней и зимней эксплуатации. Газовый узел 32 может быть выполнен как электрическим, так и пневматическим. В случае пневматической конструкции необходимо дополнительное исполнительное звено.

Далее в устройстве 28 управления на фиг.5 и 6 показана дополнительная линия 34, которая может быть использована, например, для дополнительной функции. В примерах выполнения по этой линии 34 передают сигнал температуры воздуха с тем, чтобы обеспечить еще лучшее регулирование топливоокислительной смеси. Конечно, измерены и использованы для регулирования могут быть и другие физические величины окружающего воздуха. Например, с помощью подобного устройства управления через дополнительные семейства характеристик можно учитывать также давление или влажность воздуха, если их подают в виде подходящих сигналов.

Как видно из фиг.5, расход топлива в этом примере регулируют посредством газового узла 32, а воздух при регулировании мощности горелки примешивают практически постоянно посредством воздуходувки 12, прежде чем возникшая таким образом топливоокислительная смесь будет введена в топливоподающий трубопровод 22. На фиг.6, напротив, за воздуходувкой 12 для подачи воздуха предусмотрено исполнительное звено 36, которым регулируют количество воздуха. Дополнительно устройством 28

управления через управляющую линию 38 управляют также воздуходувкой 12 для определения подаваемого количества.

Описанные выше варианты выполнения являются примерными. В преамбуле уже было приведено несколько модификационных возможностей. В частности, можно поддерживать постоянным давление в датчике 2 вязкости путем управления микронасосом 6 в отношении постоянного перепада давления на капилляре 4. Регулирующая величина для регулирования подачи микронасоса 6, в частности частота накачивания, является тогда непосредственно мерой объемного потока. Таким образом, для управления можно использовать объемный поток, температуру и давление.

В частности, оказалось, что у очень простых горелок, в случае если точность регулирования не отвечает максимальным требованиям, не требуется специального измерения температуры. Помимо отрегулированных в примерах на фиг.5 и 6 долей смеси, а именно воздуха и топлива, можно примешивать также другие газы, с тем чтобы управлять горелкой в соответствии с теплотой сгорания подаваемого топлива. Всем этим модификационным возможностям присуще, однако, то, что вязкость определяют датчиком 2 вязкости так же точно, как это требуется для конкретного назначения. Сигнал динамической вязкости или ее комплексную функцию используют для того, чтобы топливоокислительной смесью в подводящем трубопроводе 22 для горелки управлять для оптимального отопления или же снижения токсичных выбросов.

Предложенный здесь способ работает совершенно независимо от состояния горелки. Благодаря этому его можно применять уже на этапе воспламенения, так что и на этом этапе может быть реализован минимально возможный выброс токсичных веществ и облегчен процесс воспламенения.

Другая возможность использования состоит в том, чтобы эксплуатировать горелку с модуляцией противоположно режиму работы, необходимому для регулирования посредством измерения ионизационного тока. В частности, при регулировании топливоокислительной смеси посредством измерения ионизационного тока это связано с техническими трудностями, поскольку эталонный ионизационный ток также изменяется с изменением мощности.

Этот непрерывный режим работы значительно сокращает расходы на нагрев. В частности, возникает также то преимущество, что за счет более полного сгорания по сравнению со многими обычными горелками удлиняются также интервалы между профилактическими осмотрами, поскольку горелку приходится доводить до максимальной мощности всегда лишь кратковременно.

В частности, при этом следует подчеркнуть, что выброс отработанных газов благодаря оптимальному составу топливоокислительной смеси существенно меньше и что, в частности, у низкокалорийных газов за счет оптимального состава топливоокислительной смеси, в целом, достигается более высокий КПД горения, так что расходы на нагрев также сокращаются.

Формула изобретения:

1. Устройство для регулирования топливоокислительной смеси в подводящем трубопроводе (22) горелки, содержащее устройство (32, 12) для изменения состава топливоокислительной смеси и измерительный прибор (2) для регистрации состояния топливоокислительной смеси, а также схему (28) управления устройством (31, 12) для изменения состава в зависимости от зарегистрированного измерительным прибором состояния, отличающееся тем, что измерительный прибор способен регистрировать состояние, по меньшей мере, части топливоокислительной смеси через вязкость или ее функцию перед сжиганием, при этом он установлен в направлении течения перед устройством (32, 12) для изменения состава и способен управлять составом в соответствии с функцией зарегистрированной вязкости посредством схемы управления устройством (32, 12), или установлен за устройством (32, 12) для изменения состава и посредством схемы управления устройством (32, 12) способен регулировать состав топливоокислительной смеси.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что предусмотрено, по меньшей мере, одно место (14) измерения для регистрации температуры, по меньшей мере, одного частичного количества топливоокислительной смеси.

3. Устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что измерительным прибором регистрируется вязкость исключительно топлива или ее функции.

4. Устройство по одному из пп.1-3, отличающееся тем, что измерительный прибор (2) представляет собой трубчатый вискозиметр, который способен определять динамическую вязкость через связь между падением давления в трубе (4), объемного потока и, при необходимости, также температуры.

5. Устройство по п.4, отличающееся тем, что размеры трубы (4) выбраны так, что течение, в основном, является ламинарным или лежит, по меньшей мере, в переходной области между турбулентным и ламинарным.

6. Устройство по одному из п.4 или 5, отличающееся тем, что труба (4) имеет прямую форму.

7. Устройство по одному из пп.4-6, отличающееся тем, что труба по всей своей длине имеет равномерное, в частности, кругообразное сечение.

8. Устройство по одному из пп.4-7, отличающееся тем, что диаметр трубы составляет менее 0,2 мм.

9. Устройство по одному из пп.4-8, отличающееся тем, что падение давления в трубе (4) или, по меньшей мере, отрезке внутри трубы (4) регистрируется с помощью измерительной техники.

10. Устройство по одному из пп.4-9, отличающееся тем, что вход в трубу выполнен скругленным.

11. Устройство по одному из пп.4-10, отличающееся тем, что число Рейнольдса трубы (4) составляет менее 1000.

12. Устройство по одному из пп.4-11, отличающееся тем, что для регулирования объемного потока в трубе (4) предусмотрен управляемый насос (6).

13. Устройство по одному из пп.4-12, отличающееся тем, что объемный поток отрегулирован постоянным, в частности, посредством управляемого насоса (6).

14. Устройство по одному из пп.4-12, отличающееся тем, что падение давления в трубе (4) отрегулировано путем регулировки насоса (6).

15. Устройство по одному из пп.12-14, отличающееся тем, что насос (6) представляет собой микронасос, в частности полупроводниковый микронасос.

16. Устройство по п.15, отличающееся тем, что полупроводниковый микронасос, а также, по меньшей мере, части схемы (28), в частности также датчик давления и температуры, интегрированы на общую подложку.

17. Устройство по одному из пп.12-16, отличающееся тем, что падение давления в трубе (4) определяется через потребляемую мощность насоса.

18. Устройство по одному из пп.1-17,

отличающееся тем, что оно содержит устройство (28) управления горелкой, с помощью которого регулирование топливоокислительной смеси является активным уже перед поджигом и которое, при необходимости, способно непрерывно управлять составом топливоокислительной смеси во время горения.

19. Устройство по одному из пп.1-18, отличающееся тем, что предусмотрено устройство (32, 12), в частности воздуходувка (12) горелки, для возврата части смеси в подводящий трубопровод горелки, в сущности, не влияющее на давление измеренной части смеси на выходе.

20. Устройство по одному из пп.1-19, отличающееся тем, что оно является частью газового узла (32) горелки, причем оно интегрировано в эту часть.

21. Устройство по одному из пп.1-20, отличающееся тем, что к измерительному прибору подведен эталонный газ.

5

10

15

20

25

30

35

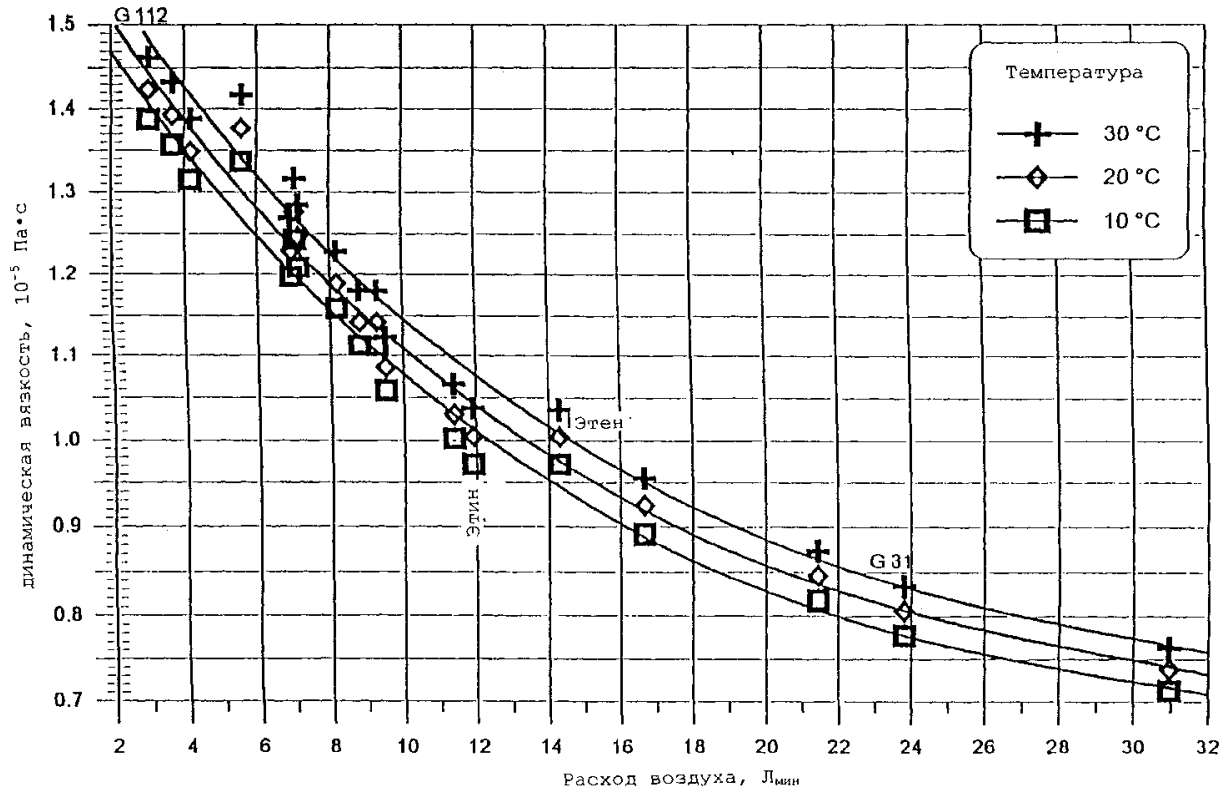
40

45

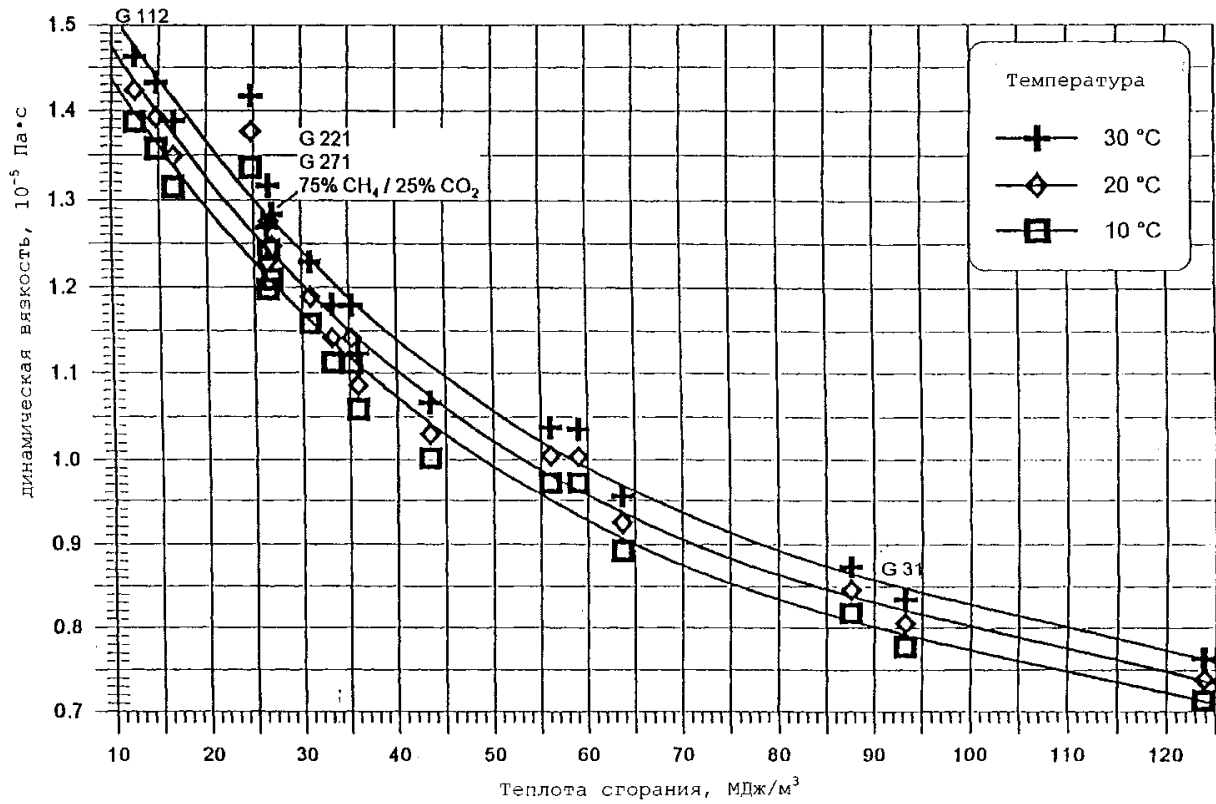
50

55

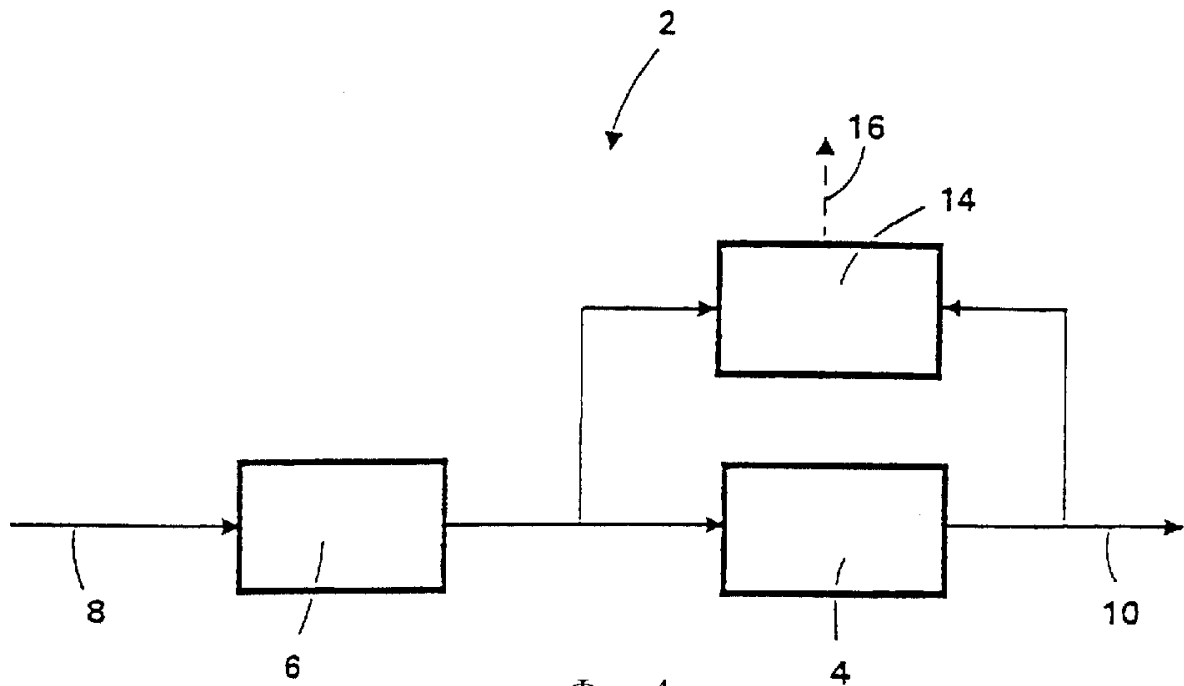
60



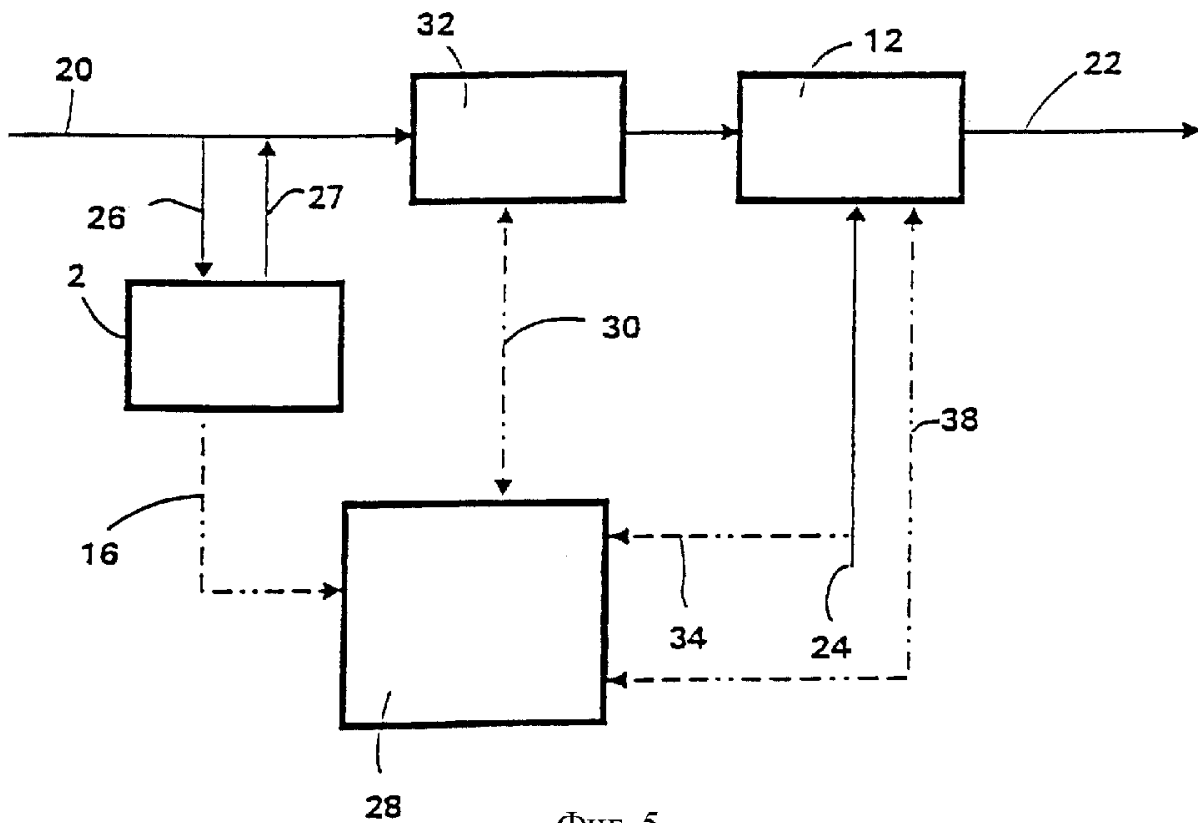
Фиг. 2



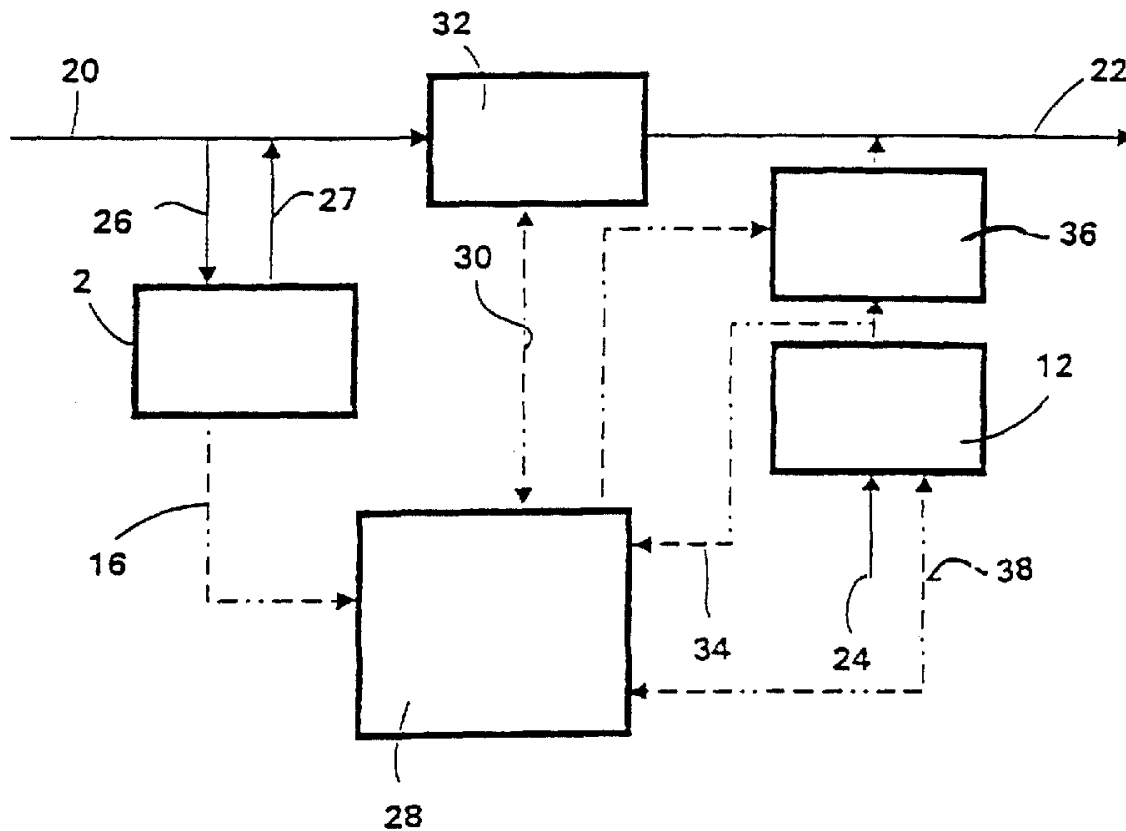
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6