testo

Практическое руководство

Измерительные технологии для отопительных систем

Содержит полезные рекомендации

°C

O_2

CO

NO

NO_2

NO_x

λ/qA

КПД

3-е Издание

Предисловие

Настоящее руководство предлагает вам краткий обзор параметров, измерительных задач и инженерных решений в секторе наладки и обслуживания систем отопления. Руководство включает в себя экспертные ответы на часто задаваемые вопросы, возникающие из практического применения приборов. Рекомендации основаны на огромном опыте пользователей измерительных технологий компании Testo по всему миру.

Данное руководство предназначено для того, чтобы дать новым пользователям общий обзор принципов и решений для измерения уровня выбросов и анализа процессов сгорания. Для опытных специалистов по контролю выбросов и теплотехников данная брошюра станет ценным справочником.

Издание сэкономит ваше время и усилия по поиску информации из разных источников.

Мы с радостью рассмотрим все ваши идеи и пожелания. Просто напишите нам по электронной почте на адрес info@testo.ru или посетите на наш Интернет-сайт www.testo.ru.

Новые идеи и предложения найдут свое достойное место в следующем издании.

Совет Директоров

Testo AG

Буркарт Кнопсе *Лотар Валлесер* *Мартин Винкле*

Содержание **Страница**

I. Что такое дымовой газ? 6
- Единицы измерений
- Компоненты дымового газа

II. Состав топлива 12

III. Горелки 15

IV. Параметры 19
- Непосредственно измеряемые параметры
- Рассчитываемые параметры

V. Основные параметры измерений дымового газа 24
- Дизельные и газовые горелки

VI. Измерения CO газовых горелок 30
- Измерение CO в атмосфере

VII. Расчёт КПД 33
- Для обычных систем отопления
- Для конденсационных котлов

VIII. Измерения NO_2 для газовых горелок 36

IX. Функциональные испытания отопительных устройств 37
- Проверка течи в системе отвода дымового газа
- Регулирование потока на основе электронного детектора утечки
- Поиск проблем с использованием фиброскопа

X. Настройка горелок 40
- Малые горелки
- Низкотемпературные и конденсационные котлы
- Газовые отопительные системы

Содержание **Страница**

XI. Проверка течи трубопроводов жидкостей и газов согласно стандартам DVGW 44
- Предварительные тесты
- Основные тесты
- Измерения объёмов утечки
- Испытания герметичности гидравлических трубопроводов
- Процедуры обнаружения утечки газов

XII. Измерительные приборы 49
- Сенсоры
- Принцип работы химического двухэлектродного сенсора
- Принцип работы химического триэлектродного сенсора токсических газов
- Принцип работы полупроводникового сенсора в измерении параметров сгораемых газов
- Электронная часть
- Дизайн

XIII. Приложение 56
- Формулы расчёта
- Презентация приборов Testo
- Потенциальные потребители
- Предложения в области модернизации/Запросы сведений

I. Что такое дымовой газ?

Значительное увеличение количества процессов, связанных со сгоранием приводит к ещё большей концентрации загрязняющих веществ в атмосфере. Прямыми последствиями вышеуказанного служат образование смога, выпадение кислотного дождя, а также увеличение количества людей с признаками аллергии. Принимая во внимание вышесказанное, при выработке энергии необходимо учитывать необходимость сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Единственным способом сократить количество загрязняющих веществ в дымовых газах – это выработка наиболее экономичных методов останова котлов, приводящих к наибольшему загрязнению атмосферы. Анализ дымовых газов позволяет определять концентрации загрязняющих веществ и с максимальной эффективностью настраивать отопительные установки.

Единицы измерений

Наличие вредных веществ в дымовом газе можно определить по концентрации компонентов газа. Обычно используются следующие единицы измерений:

Параметр "ппм",
как и "проценты (%)", описывает пропорцию Проценты – это "количество X частей в сотне частей", а "ппм" – это "количество X частей в миллионе частей". Так, например, если в газовом цилиндре содержится 250 ппм окиси углерода (CO) на миллион, то это означает, что если взять один миллион частиц газа из цилиндра, то 250 из этих частиц будут частицами окиси углерода. Остальные 999,750 частиц – это частицы двуокиси азота (N_2) и частицы кислорода (O_2). Единица измерений "ппм" – это независимый от температуры и давления параметр, используемый в случае с низкими концентрациями. В случае с более *высокими концентрациями такие параметры используются в виде процентов (%).*

Единица измерений "ппм"

Преобразование параметров выполняется следующим образом.

10.000 ппм	=	1 %
1.000 ппм	=	0.1 %
100 ппм	=	0.01 %
10 ппм	=	0.001 %
1 ппм	=	0.0001 %

Концентрация кислорода 21% от объёма будет эквивалентна концентрации, равной 210.000 ппм O_2.

mg/Nm³ (“миллиграммов на кубический метр”)

При использовании единицы измерений mg/Nm³ стандартный объём (стандартные кубические метры, Nm³) используется в качестве контрольной переменной, а масса загрязняющего газа приводится в миллиграммах (mg). Поскольку данная единица измерений зависит от давления и температуры, то в качестве контрольной единицы используется объём при нормальных условиях. Под нормальными следует понимать следующие условия:

Температура: 0 °C

Давление: 1013 мбар (гПа)

Тем не менее, только этих сведений недостаточно, поскольку соответствующие объемы дымовых газов изменяются в соответствии с пропорциональным содержанием в них кислорода (имеется в виду объем окружающего воздуха на единицу объема дымового газа). Таким образом, измеряемые значения подлежат пересчету в определённый объём кислорода – эталонное содержание кислорода (эталонное содержание O_2). Прямому сравнению подлежат только данные с одинаковыми эталонными объёмами кислорода. Измеряемое содержание кислорода (O_2) в дымовых газах также необходимо в целях пересчёта параметра “ппм” в единицы мг/м³. Методы пересчёта для оксида углерода (CO), оксида азота (NO_x) и диоксида серы (SO_2) приводятся ниже.

Единица измерения мг/м³

Преобразование в мг/м³

$$CO\ (мг/м^3) = \left[\frac{21 - эталонный\ O_2}{(21 - O_2)} \right] \times CO\ (ппм) \times 1{,}25$$

$$NO_x (мг/м^3) = \left[\frac{21 - эталонный\ O_2}{(21 - O_2)} \right] \times 2{,}05 \times (NO\ (ппм) + NO_2\ (ппм))$$

Используемые в формулах коэффициенты – это стандартные значения плотности газов в мг/м³.

“мг/кв.-час” (миллиграмм на кв/ч энергии)

Единица измерения мг/кв.-час

Для определения концентраций загрязняющих газов в единицах, относящихся к измерениям энергии – “мг/кв.-час” расчёты производятся на основе коэффициентов для заданного вида топлива . Таким образом, для различных видов топлива применяются различные коэффициенты пересчёта. Коэффициенты пересчёта для “ппм” и “мг/м³” в единицы, относящиеся к измерениям энергии – “мг/кв.-час” – приводятся ниже. Перед пересчетом в мг/кв.-час измеряемое значение концентрации выбросов необходимо преобразовать в единицу измерения дымового газа без примесей (эталонное содержание кислорода – 0%). Коэффициенты пересчета для твердых видов топлива также зависят от формы имеющегося топлива (цельный блок, как, например, измельчённое

Коэффициенты пересчета для твёрдых видов топлива также зависят от формы имеющегося топлива (цельный блок, как, например, измельчённое топливо, порошок и т.п.). По этой причине используемые коэффициенты топлива подлежат тщательной проверке.

Лёгкое дизельное топливо “EL”

CO	1 ппм	= 1,110 мг/кв -час	1 мг/кв.-час = 0,900 ппм
	1 мг/м³	= 0,889 мг/кв.-час	1 мг/кв -час = 1,125 мг/м³
NO_x	1 ппм	= 1,822 мг/кв.-час	1 мг/кв.-час = 0,549 ппм
	1 мг/м³	= 0,889 мг/кв.-час	1 мг/кв.-час = 1,125 мг/м³

Природный газ “H” (“G20”)

CO	1 ппм	= 1,074 мг/кв -час	1 мг/кв.-час = 0,931 ппм
	1 мг/м³	= 0,859 мг/кв.-час	1 мг/кв -час = 1,164 мг/м³
NO_x	1 ппм	= 1,759 мг/кв.-час	1 мг/кв -час = 0,569 ппм
	1 мг/м³	= 0,859 мг/кв.-час	1 мг/кв.-час = 1,164 мг/м³

Рис. 1: Коэффициенты пересчёта для единиц измерения энергии

Состав дымового газа

Ниже приводятся компоненты дымового газа в порядке уменьшения их концентрации в дымовых газах.

Азот (N_2)

Азот (N_2) – основной компонент (79 объёмных %) воздуха, которым мы дышим. Газ без цвета, запаха и вкуса, не участвующий в процессе сгорания. Этот газ нагнетается в котёл в качестве балласта, нагревается и перекачивается в трубу.

Азот

Стандартные значения в дымовом газе:

Дизельные/газовые горелки: *78 % - 80 %*

Углекислый газ (CO_2)

Углекислый газ – это газ без цвета и запаха с кисловатым привкусом. Под влиянием солнечного света растения с листьями зелёного за счёт наличия хлорофилла цвета преобразуют углекислый газ (CO_2) в кислород (O_2). В процессе дыхания людей и животных происходит пересчета кислорода (O_2) обратно в углекислый газ (CO_2). Это создаёт равновесие, при котором происходит распад газообразных продуктов сгорания. Такой распад способствует созданию парникового эффекта. Предельное пороговое значение составляет 5000 ппм. Значения концентрации свыше 15% объёма (150000 ппм) при дыхании вызывают быструю потерю сознания.

Углекислый газ

Стандартные значения в дымовом газе:

Дизельные горелки: *12.5 % - 14 %*
Газовые горелки: *8 % - 11 %*

Пары воды (влага)

Содержащийся в воде водород соединяется с кислородом и образует воду (H_2O). Из топлива он выходит вместе с водой и с обеспечивающим горение воздухом в зависимости от температуры дымового газа (FT) в форме содержащейся в дымовом газе влаги (при высоких значениях температуры дымового газа FT) или в виде конденсата ((при низких значениях температуры дымового газа).

Водород

Кислород (O_2)

Оставшийся кислород не используется в процессе горения в случае, когда основной объем избыточного воздуха составляет дымовой газ в газообразном состоянии. Он используется для определения эффективности сгорания. Он также используется для определения потерь содержания дымового газа и углекислого газа.

Кислород

Стандартные значения в дымовом газе:

Дизельные горелки: *2% - 5%*
Газовые горелки: *2% - 6%*

Угарный газ

Угарный газ (CO)
Угарный газ – это содержащийся в воздухе ядовитый газ без цвета и запаха, являющийся продуктом неполного сгорания. При высоких концентрациях он препятствует поступлению в кровь кислорода. Так, например, при содержании в воздухе в комнате 700 ппм CO дыхание таким воздухом станет невозможным через 3 часа. Предельное пороговое значение составляет 50 ппм.

Стандартные значения в дымовом газе:

Дизельные горелки: *80 – 150 ппм*
Газовые горелки: *80 – 100 ппм*

Оксид азота

Оксиды азота (NO_x)
При высоких значениях температуры (при сгорании) азот (N_2) присутствует в топливе и и в сочетаниях окружающего воздуха с кислородом, содержащемся в воздухе (O_2), и образует угарный газ (NO). По прошествии некоторого времени данный бесцветный газ окисляется под действием кислорода (O_2), в результате чего образуется углекислый газ (NO_2). NO_2 – это водорастворимый дыхательный яд, вызывающий тяжёлое поражение лёгких при вдыхании и способствующий образованию озона под действием ультрафиолетового излучения (солнечного света). Компоненты NO и NO_2 называются оксидами азота (NO_x).

Стандартные значения в дымовом газе: Дизельные/газовые горелки: 50 – 100 ппм

Сернистый газ

Двуокись серы (SO_2)
Двуокись серы (SO_2) – это бесцветный и токсичный газ с резким запахом. Этот газ образуется в результате присутствия в топливе серы. Предельное пороговое значение составляет 5 ппм. Сернистая кислота (H_2SO_3) образуется при соединении с водой (H_2O) или с конденсатом.

Стандартное значение в дымовом газе для дизельных горелок: 180 – 220 ппм

Примечание

См. Технический справочник Testo, “Анализ дымового газа в производстве”, (Часть №0981 и №2773), где приводятся более подробные сведения об измерениях "SO_2".

Несгоревшие остаточные углеводороды (HC)

Несгоревшие углеводороды (HC) формируются в результате неполного сгорания и способствуют образованию парникового эффекта. В данную группу входят метан (CH_4), бутан (C_4H_{10}) и бензол (C_6H_6).

Несгоревшие углеводороды

Стандартное значение в дымовом газе для дизельных горелок: *< 50 ппм*

Сажа

Сажа – это почти химически-чистый углерод (C), образующийся в результате неполного сгорания.

Сажа

Стандартное значение в дымовом газе для дизельных горелок:

Сажевое число 0 или 1

Твёрдые примеси

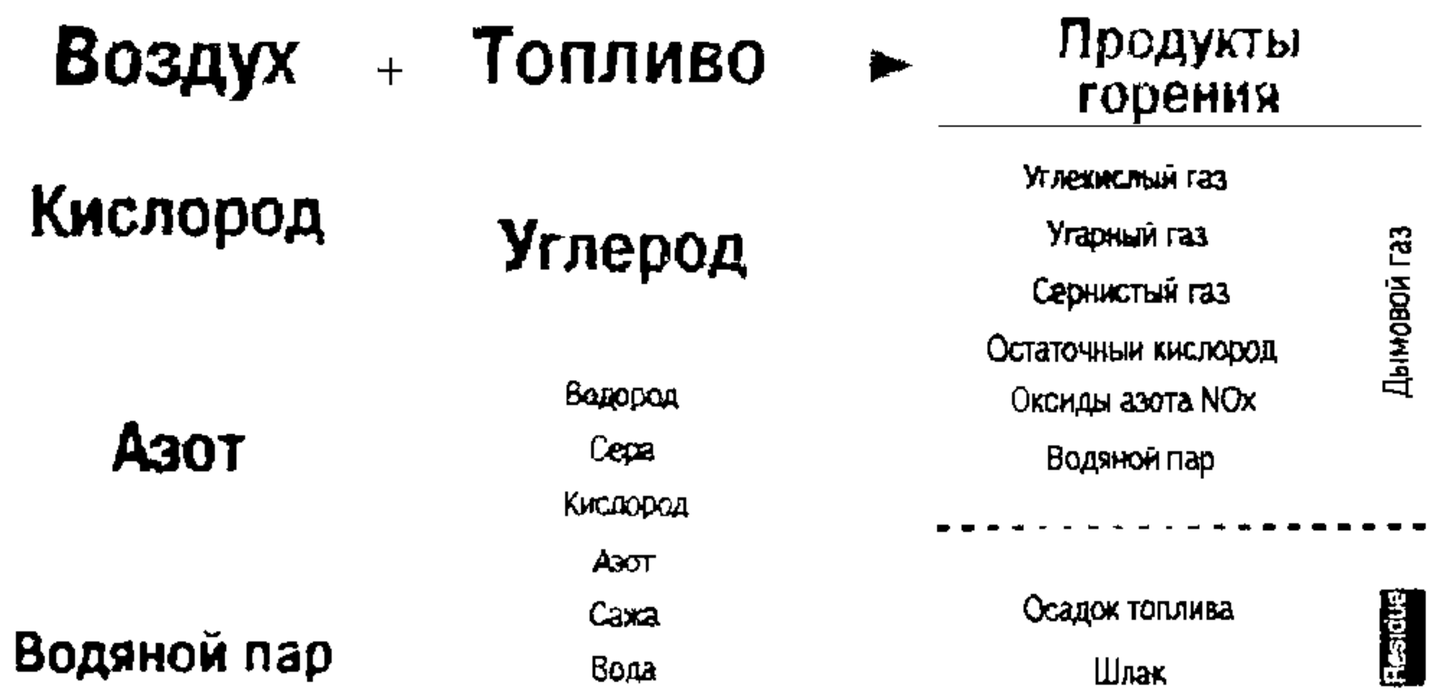
Твёрдые примеси (пыль) – это мелкие твердые вещества, не подвергшиеся процессу разложения при горении. Такие частицы могут быть самой различной формы и плотности. Твёрдые примеси образуются из пепла и минеральных компонентов твёрдых видов топлива.

Твёрдые примеси

II. Состав топлива

Основные компоненты топлива – это углерод (C) и водород (H_2). При горании этих веществ потребляется кислород (O_2). Данный процесс называется окислением. Компоненты воздуха, идущего из горения и топлива, образуют новые соединения.

Рис. 2: Состав дымового газа



Воздух, подающийся на горение, состоит из кислорода (O_2), водорода (N_2) и небольшого количества остаточных газов и пара воды. Теоретический объём, требуемый для полного сгорания ($л_{мин}$) на практике оказывается недостаточным. Для достижения наиболее полного оптимального сгорания необходимо обеспечить подачу на теплогенератор большее количество воздуха, чем это теоретически необходимо. Соотношение между фактическим и теоретически необходимым количеством воздуха называется "коэффициентом избытка воздуха" λ ("лямбда"). Максимальная эффективность сгорания достигается при небольшом избыточном количестве воздуха, когда соотношения потерь несгоревшего топлива и дымового газа имеют наиболее низкие значения. Данное свойство очень чётко демонстрируется на следующей модели:

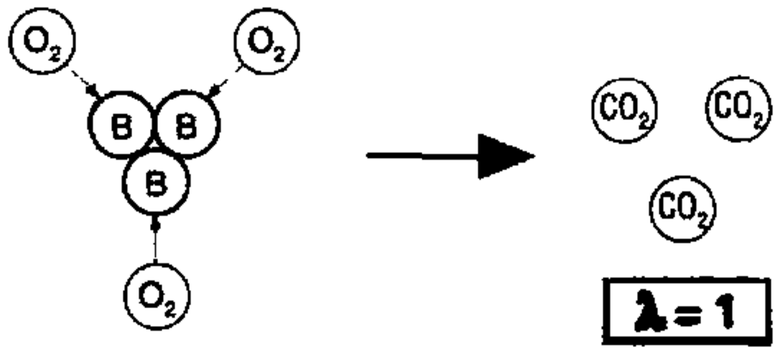


Рис. 3: Идеальный процесс сгорания

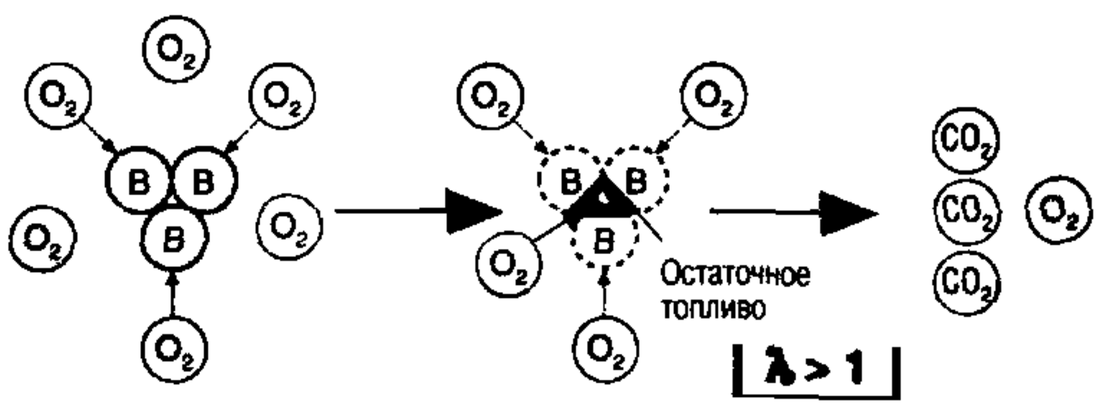


Рис. 4: Реальный процесс сгорания

Виды твёрдого топлива

К видам твёрдого топлива относятся каменный уголь, битумное покрытие, торф, древесина и солома. Основными компонентами данных видов топлива являются углерод (C), водород (H_2), кислород (O_2) и небольшие количества серы (S) и воды (H_2O). *Твердые виды топлива в основном отличаются по значениям* теплопроизводительности, где наивысшее значение теплопроизводительности имеет уголь, а за ним следуют битумное покрытие, торф и древесина. Основная проблема при работе с данными видами топлива состоит в формировании большого количества пепла, твёрдых примесей и сажи. Для удаления данных отходов с объекта необходимо обеспечить наличие соответствующих средств (например, колосниковая решётка).

Твёрдое топливо

Виды жидкого топлива

Жидкое топливо получают на основе нефти. Нефть проходит переработку на нефтеперерабатывающих предприятиях для получения лёгкого, среднего и тяжёлого жидкого топлива. Лёгкое и тяжёлое топливо используется в основном в отопительных системах. Лёгкое топливо широко используется в малых топливосжигающих установках в промышленности и область его применения идентична области применения дизельного топлива (подкрашенное дизельное топливо). Для тяжёлого жидкого топлива требуется нагревание до жидкого состояния. Для лёгкого жидкого топлива нагревания не требуется.

Жидкое топливо

Газообразное топливо

Газообразное топливо

Газообразное топливо – это смесь горючих и не горючих газов. К горючим компонентам газа относятся углеводороды (например, метан и бутан), угарный газ (CO) и водород (H_2). Основное газообразное топливо, используемое для отопления на сегодняшний день, это природный газ, основным компонентом которого является метан (CH_4). В небольшое количество домов (10 %) до сих пор подаётся бытовой газ, основными компонентами которого являются водород (H_2), угарный газ (CO) и метан (CH_4). Однако теплопроизводительность бытового газа в два раза меньше теплопроизводительности природного газа.

III. Горелки

Принцип работы горелки

Горелка в сочетании с теплообменником для производства тепла. Это означает, что горячие дымовые газы пламени горелки нагревают воду в отопительном змеевике, которая затем подаётся по трубам в качестве "теплоносителя" (теплопередающей жидкости) различным точкам потребления (например, в отопительные батареи).

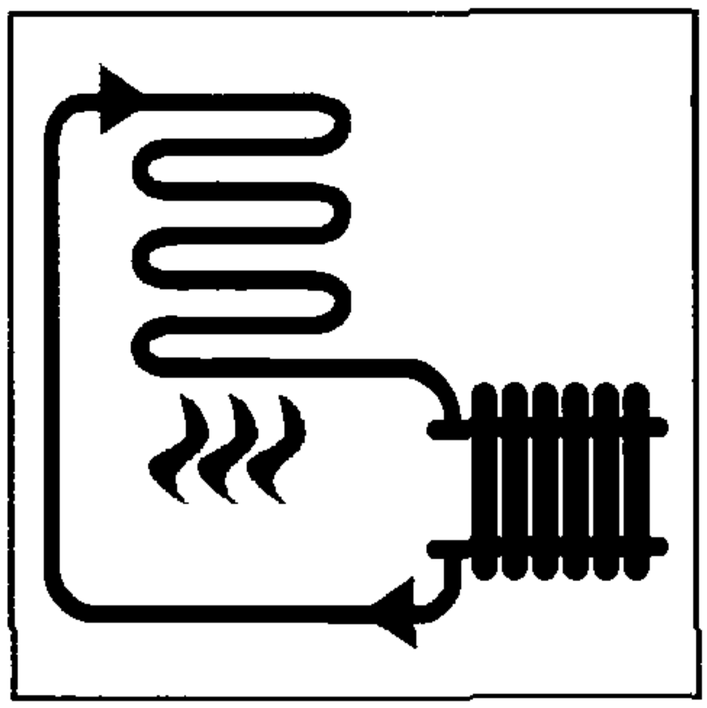


Рис. 5: Принцип работы горелки и отопительной системы

Твёрдотопливная отопительная система

В случае использования твёрдотопливных отопительных установок следует различать системы, где в качестве топлива используется древесина, уголь, кокс или прессованный уголь. В твёрдотопливных отопительных установках 80% воздуха, подающегося на горение, требуется для самого процесса сгорания. 20% воздуха, подающегося на горение, (вторичного воздуха) отводится как отработавшие газы, получаемые в процессе сгорания, что обеспечивает оптимальный процесс горения. Вторичный воздух требует предварительного подогрева во избежание охлаждения дымового газа (неполное сгорание).

Твёрдотопливная отопительная установка

Рис. 6: Простая колосниковая печь

Атмосферные газовые горелки

Основное преимущество газовых горелок состоит в том, что в процессе сгорания в таких горелках не образуется шлаков, что дает возможность экономии пространства за счёт камер подачи топлива. В частности, при использовании атмосферных газовых горелок за счет выталкивающей силы дымовых газов происходит всасывание и смешивание воздуха, подающегося на горение, в камере сгорания. Топливо-воздушная смесь, сжигаемая в камере сгорания, отдаёт тепло через теплопроводящие поверхности, а дымовой газ отводится через регулятор расхода в дымоотвод. Задача управления потоком состоит в том, чтобы предотвратить возможность влияния на процесс сгорания в горелке за счёт поступления дымового газа или обратной тяги.

Атмосферные газовые горелки

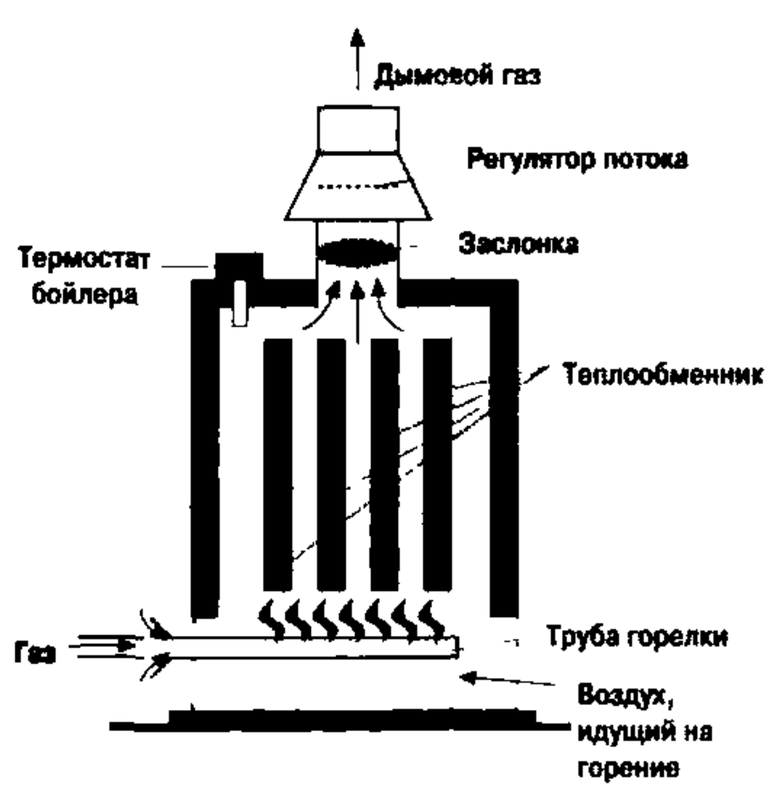


Рис. 7: Отопительная система с атмосферной горелкой

Отопительные системы с дизельными или газовыми горелками с принудительной тягой

При эксплуатации данного вида оборудования топочный воздух подаётся в пламя горелки с помощью нагнетателя. Поскольку современные дизельные и газовые горелки практически неразличимы по дизайну, то в газовой отопительной системе можно, например, использовать сочетание дизельных и газовых горелок с принудительной тягой. Преимущество горелок с принудительной тягой состоит в независимости от тяги дымового газа, благодаря меньшему сечению дымохода, *более высокой стабильности сгорания и более высокому КПД. Тем не менее,* у них имеется недостаток, состоящий в более высокой энергоёмкости системы.

Газовые горелки с принудительной тягой

Конденсационные системы

В отличие от низшей теплотворной способности высшая теплотворная способность – это количество энергии, получаемое в ходе полного сгорания топлива пропорционально количеству используемого топлива. Низшая теплотворная способность – это количество теплоты пара воды, выделяемое в процессе сгорания, минус количество теплоты парообразования. По этой причине значение высшей теплотворной способности – принципиально выше значения низшей теплотворной способности. В конденсационных системах используется второй теплообменник для обеспечения сочетания теплоты конденсации с теплотой сгорания. Значения температуры дымового газа в конденсационных приборах – значительно ниже обычных температурных значений в традиционных системах. *Конденсационные системы работают при температурах ниже* стандартных температурных значений дымового газа отопительных систем. Дополнительная (скрытая) теплота выделяется за счёт конденсации пара воды в дымовых газах. Температура, ниже которой содержание влаги в дымовых газах превращается в конденсат, называется температурой конденсации или точкой росы. У разных видов топлива точки росы различны и составляют примерно +58 °C для природного газа и примерно +48 °C – для дизельного топлива. Точка росы для природного газа достигается быстрее при охлаждении дымовых газов. Это означает более быстрое выделение теплоты конденсации. Таким образом, энергия, полученная при использовании газа – гораздо выше, нежели чем при использовании дизельного топлива. В конденсационной технологии преимущественно используется газ, поскольку при горении дизельного топлива выделяется двуокись серы (SO_2), преобразуемый частично в конденсат сернистой кислоты. Принимая во внимание образующийся конденсат, система дымового *газа должна быть устойчивой к воздействию влаги и кислоты.*

- **Поскольку энергия измеряется как низшая теплотворная способность, значение КПД может быть более 100 %.**

Практические сведения

- **Следует проявлять особое внимание при измерениях NO_x: пропорциональное соотношение NO к NO_2 может достигать 50:50. А это означает, что для измерения NO_x. следует выполнять раздельные измерения концентраций NO и NO_2.**

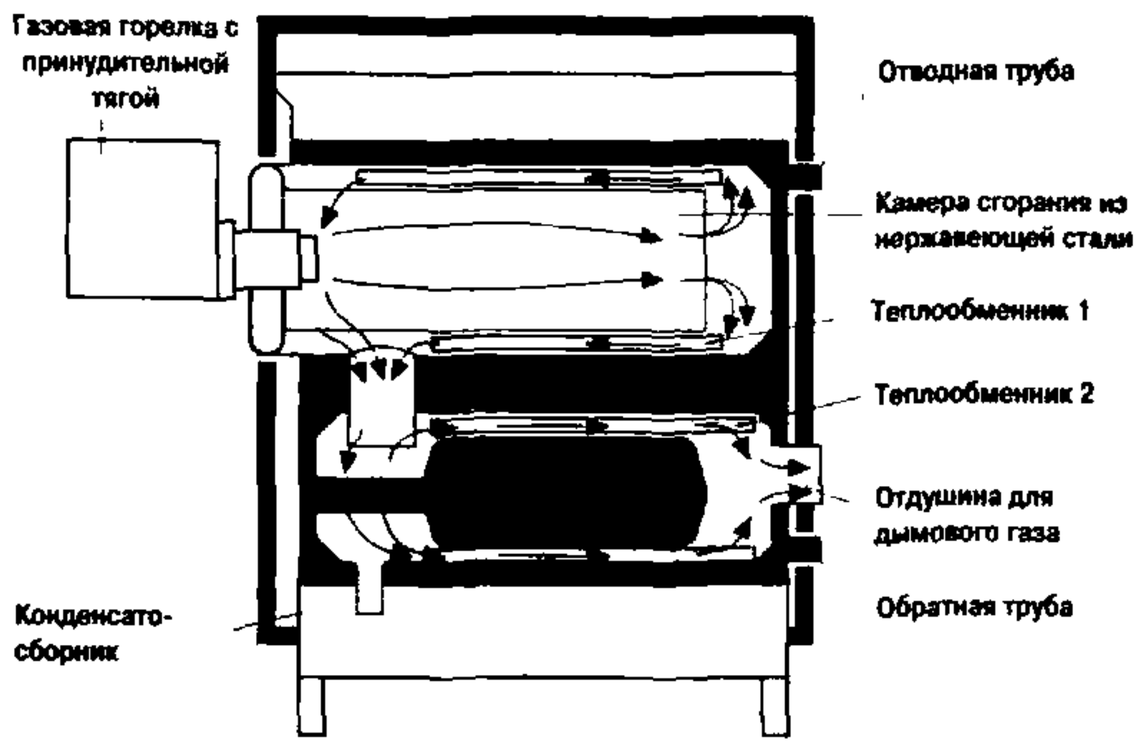


Рис. 8: Конструкция газового конденсационного котла

Непосредственно измеряемые параметры

Сажевое число

Сажевое число определяется с помощью прибора, схожего с велосипедным насосом. Определённое количество дымового газа прокачивается через бумажный фильтр определённое количество раз. Степень черноты полученной точки на бумажном фильтре сравнивается с различными значениями шкалы серых тонов. Полученное сажевое число (по Бакараку) может быть от 0 до 9. Для газовых горелок сажевое число не определяется.

Сажевое число

Нефтепродукты (осадки нефтепродуктов)

При неполном сгорании по причине недостаточного распыления несгоревшие углеводороды (HC) формируют отложения на бумажном фильтре, используемом для определения сажевого числа. Такие отложения можно обнаружить визуально, а их наличие – показать с использованием растворителя (ацетона).

Продукты неполного сгорания

Температура окружающего воздуха (AT)

Температура окружающего воздуха измеряется на входе горелки. При использовании независимых от окружающего воздуха горелок температура измеряется в определённой точке подающей трубы.

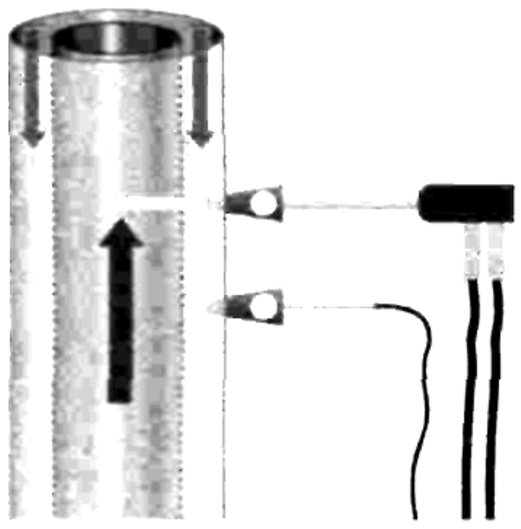


Рис. 9: Измерение температуры в воздушной трубе/трубе дымового газа

Температура окружающего воздуха

Температура дымового газа в горячей точке

Температура дымового газа измеряется в в горячей точке дымового газа. В этой точке имеет место наиболее высокая температура и концентрация углекислого газа (CO_2) и самый низкий уровень содержания кислорода (O_2).

Температура дымового газа

Выталкивающая сила/тяга дымового газа

В системах с естественной тягой выталкивающая сила или тяга дымового газа это основное требование к потоку дымового газа через дымовую трубу.

Тяга

Поскольку плотность горячих отработавших газов ниже плотности холодного внешнего воздуха, в дымовой трубе создаётся частичный вакуум. Это называется тягой. В результате тяги происходит всасывание окружающего воздуха и преодоление сопротивлений системы и дымовой трубы. В системах под давлением соотношением давлений в дымовой трубе можно пренебречь, поскольку в данном случае горелка с принудительной тягой самостоятельно создаёт давление, необходимое для отвода дымовых газов. В установках данного типа можно использовать дымовую трубу меньшего диаметра.

Оксид азота

Оксиды азота (NO_x)

Измерение содержания оксидов азота – это способ проверки мер по обеспечению эффективности сгорания, направленных на сокращение выбросов оксидов азота горелками. Термин "оксиды азота" (NO_x) означает общее количество моноксида азота (NO) и диоксида азота (NO_2). В малых горелках (в отличие от конденсационных котлов) соотношение NO и NO_2 всегда остаётся постоянным (97 % NO и 3 % NO_2). Таким образом, содержание оксидов азота (NO_x) обычно рассчитывается по показаниям измерений содержания моноксида азота (NO). При необходимости получения точных результатов измерений содержания NO_x проводятся замеры содержания моноксида азота (NO) и диоксида азота (NO_2), а полученные показания складываются.

Давление

Давление потока

При проверке газовых горелок необходимо измерять давление потока газа в подающей трубе, а полученное значение сравнивать со значением, указанным производителем. Для этого проводится измерение дифференциального давления. Измерение дифференциального давления используется для регулировки давления форсунок газовых котлов/горелок, при этом мощность измерительного прибора подбирается с учётом требуемого количества выделяемого тепла.

Рассчитываемые параметры

Основные формулы, на основе которых рассчитываются следующие параметры, включая краткие пояснения, приводятся в Приложении.

Потеря тепла с дымовыми газами (qA) (расчёты по немецким стандартам).

Потеря тепла с дымовыми газами – это разница между уровнем теплоты дымового газа и уровнем теплоты окружающего воздуха относительно низшей теплопроизводительности топлива. Таким образом, это измерение уровня теплоты дымового газа, проходящего по дымоходу. Чем выше потеря тепла с газами, тем ниже КПД и, соответственно, степень использования энергии, что в результате приводит к повышенным выбросам нагревательной установки. По этой причине необходимо ограничивать потерю тепла с дымовыми газами в горелках. Определив содержание кислорода и разницу температур дымового газа и окружающего воздуха, можно рассчитать коэффициенты потери тепла с дымовыми газами для определенных видов топлива. В целях проведения расчетов вместо содержания кислорода можно использовать концентрацию углекислого газа (CO_2). Замеры температуры дымового газа и содержания кислорода или углекислого газа (CO_2) следует производить одновременно и в одной и той же точке.

Потеря тепла с дымовыми газами

Оптимальная настройка отопительной системы на основе расчётов потери тепла с дымовыми газами является гарантией положительных результатов.

1 % потерь тепла с дымовыми газами = 1 % дополнительного потребления топлива или

Потеря энергии/год = Потеря тепла сдымовыми газами/ потребление топлива/год

Для наглядности приводим следующий пример:

Рассчитанная потеря тепла с дымовыми газами = 10 %

Потребление топлива/год = 3000 л лёгкого дизельного топлива

Потеря энергии соответствует примерно 300 л лёгкого дизельного топлива/год

Углекислый газ

Концентрация углекислого газа (CO_2)

Уровень концентрации углекислого газа в дымовом газе указывает на качество функционирования (КПД) горелки. Наивысшее содержание CO_2 с небольшим количеством избыточного воздуха (полное сгорание) обеспечивает максимальное сокращение потерь тепла дымовых газов.

Для каждого вида топлива существует максимально возможный уровень содержания CO_2 в дымовых газах ($CO_{2\ макс}$), определяемый по химическому составу топлива, который фактически нельзя получить на практике.

Значения $CO_{2\ макс.}$ для различных видов топлива:

- Легкое дизельное топливо	15,4 об.% CO_2
- Природный газ	11,8 об.% CO_2
- Уголь	18,5 об.% CO_2

Значения $CO_{2\ макс}$ и уровня содержания кислорода в дымовом газе могут быть использованы для расчета значений CO_2 в дымовом газе.

Лямбда

Коэффициент избытка воздуха λ

Необходимый для процесса сгорания кислород подаётся в установку системы из окружающего воздуха. Для обеспечения полного сгорания требуется гораздо большее количество кислорода, нежели теоретически необходимое его количество. Соотношение избыточного топочного воздуха и теоретически необходимого его количества называется коэффициентом избытка воздуха λ (Лямбда).

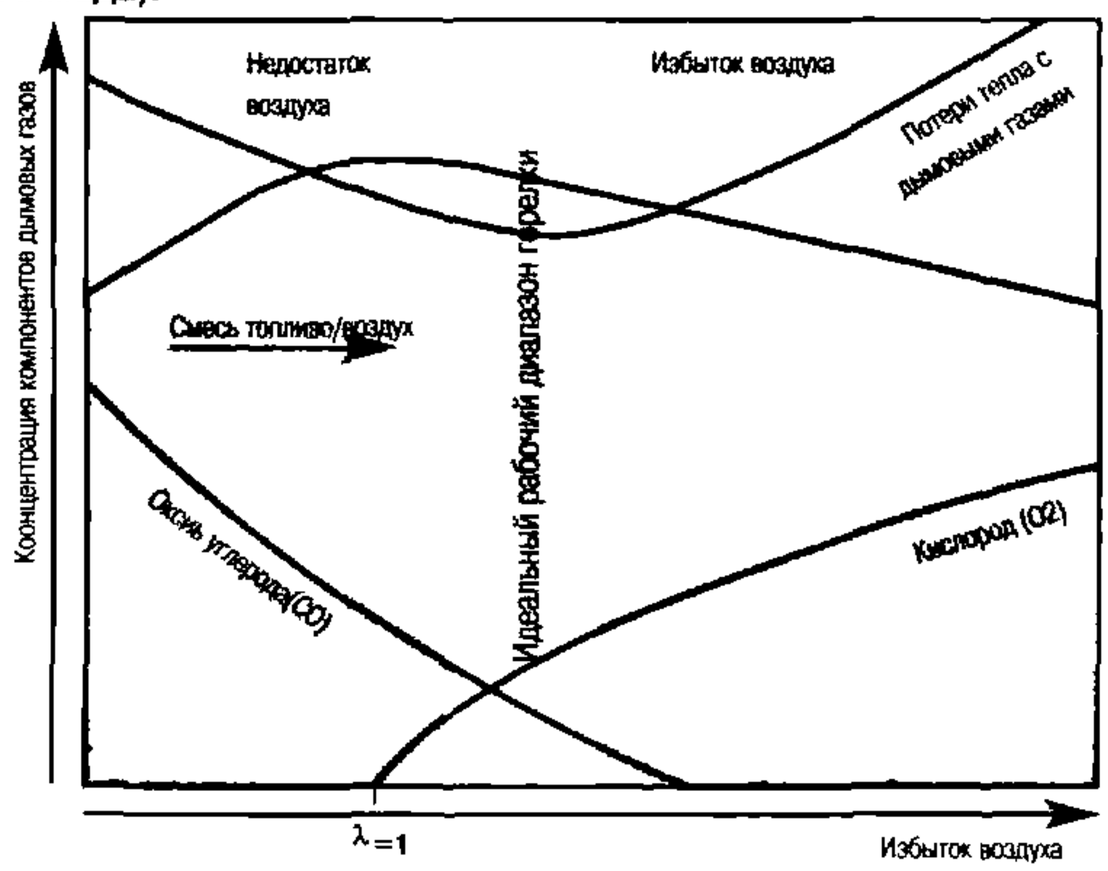


Рис. 10: Диаграмма процесса сгорания

Коэффициент избытка воздуха определяется по концентрации CO, CO_2 и O_2. Эти соотношения представлены на Диаграмме процесса сгорания (для сравнения: Рис. 10). В процессе сгорания каждый из уровней CO_2 соответствует определённому уровню CO (при недостатке воздуха/$\lambda<1$) или уровню O_2 (при избытке воздуха/$\lambda>1$).

Значение CO_2 является максимальным и не может являться репрезентативным значением. В силу этого обстоятельства требуется проведение замеров CO или O_2. При работе с избыточным воздухом (стандартная работа) на сегодняшний день является предпочтительным определение уровня O_2. Для каждого вида топлива существует свой график и своё значение $CO_{2\ макс}$ (для сравнения: Приложение).

КПД

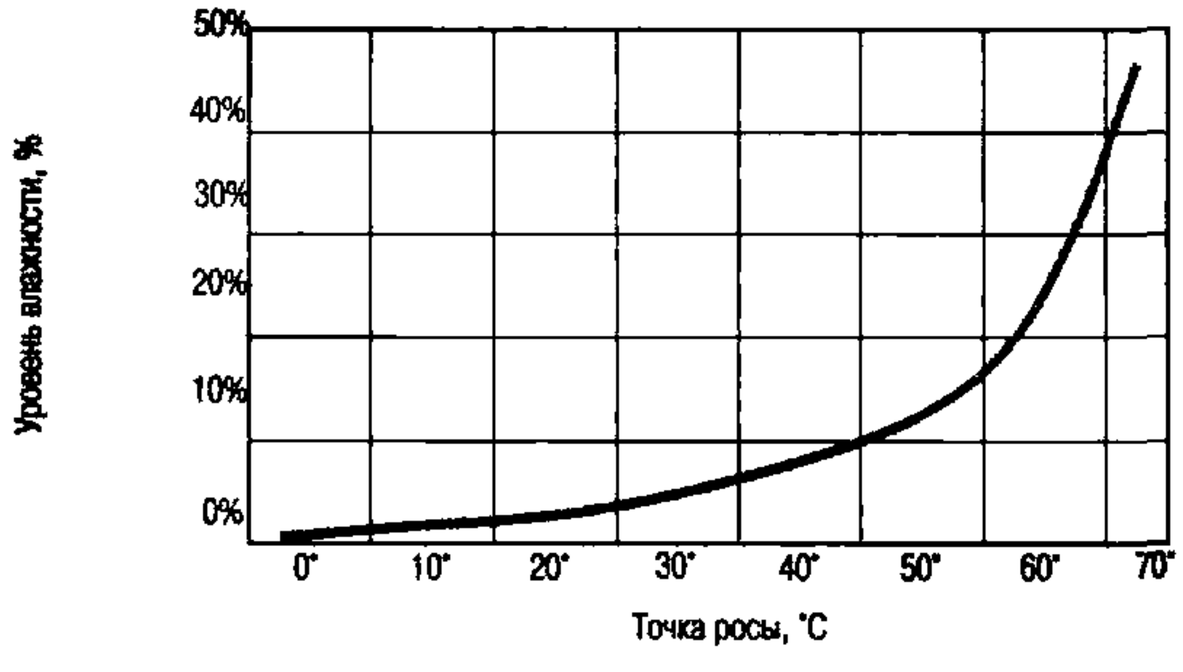
Общий КПД
Общий КПД – это КПД, рассчитанный на основе анализа только удельной теплоты дымового газа при отсутствии в последнем пара воды. Таким образом, в расчёт принимается только низшая теплоторная способность топлива.

Суммарный КПД
Суммарный КПД – это КПД, рассчитанный на основе анализа потенциальной теплоты пара воды в дымовом газе. Таким образом, при расчёте потерь тепла с дымовыми газами используется значение высшей теплотворной способности топлива.

Температура точки росы
Температура точки росы газа – это температура, при которой пары воды, содержащиеся в газе, переходят в жидкое состояние. Такой переход называется конденсацией, а образующая жидкость – конденсатом. При температуре ниже температуры точки росы влага находится в жидком состоянии, а при температуре выше точки росы – в газообразном. Примером может служить образование и исчезновение тумана или росы. Температура точки росы определяется по уровню влажности: значение точки росы воздуха при уровне влажности 30 % составляет примерно 70 °C, а для сухого воздуха при уровне влажности 5 % – всего 35 °C.

Температура точки росы

Рис. 11: Зависимость уровня влажности воздуха от точки росы (давление воздуха: 1013 мбар)



Шаг 1

Дизельные и газовые горелки

Измерение окружающей температуры окружающей среды

Зонд отбора пробы устанавливается на входе горелки, и производится замер температуры окружающего воздуха. Полученное значение температуры сохраняется или измеряется непрерывно с помощью специального температурного зонда. Это значение температуры необходимо для расчёта потерь тепла с дымовыми газами.

Рис. 12: Измерение температуры воздуха подающегося на горение

Измерение потерь тепла с дымовыми газами (qA)

Зонд отбора пробы устанавливается в дымоотвод через специальное отверстие для измерений. Цель измерений состоит в определении “горячей точки”, т.е. точки наивысшей температуры дымового газа путём непрерывного измерения температуры. Для установки зонда отбора пробы в требуемом положении используются специальные механические устройства. Температура дымового газа измеряется на кончике зонда отбора пробы. С помощью мембранного насоса дымовой газ всасывается через зонд отбора пробы и подаётся в анализатор. Замер концентрации кислорода (O_2) выполняется только в одной точке,

Шаг 2

а концентрация углекислого газа (CO_2) рассчитывается на основе значения, полученного в ходе вышеуказанного замера. Расчёт потерь тепла с дымовыми газами (qA) в анализаторе осуществляется на основе значений показаний замеров AT, FT, O_2 или CO_2. Полученное значение потери тепла с дымовыми газами округляется в сторону увеличения. Десятичные значения до 0,50 округляются в сторону уменьшения, а значения выше 0,50 – в сторону увеличения.

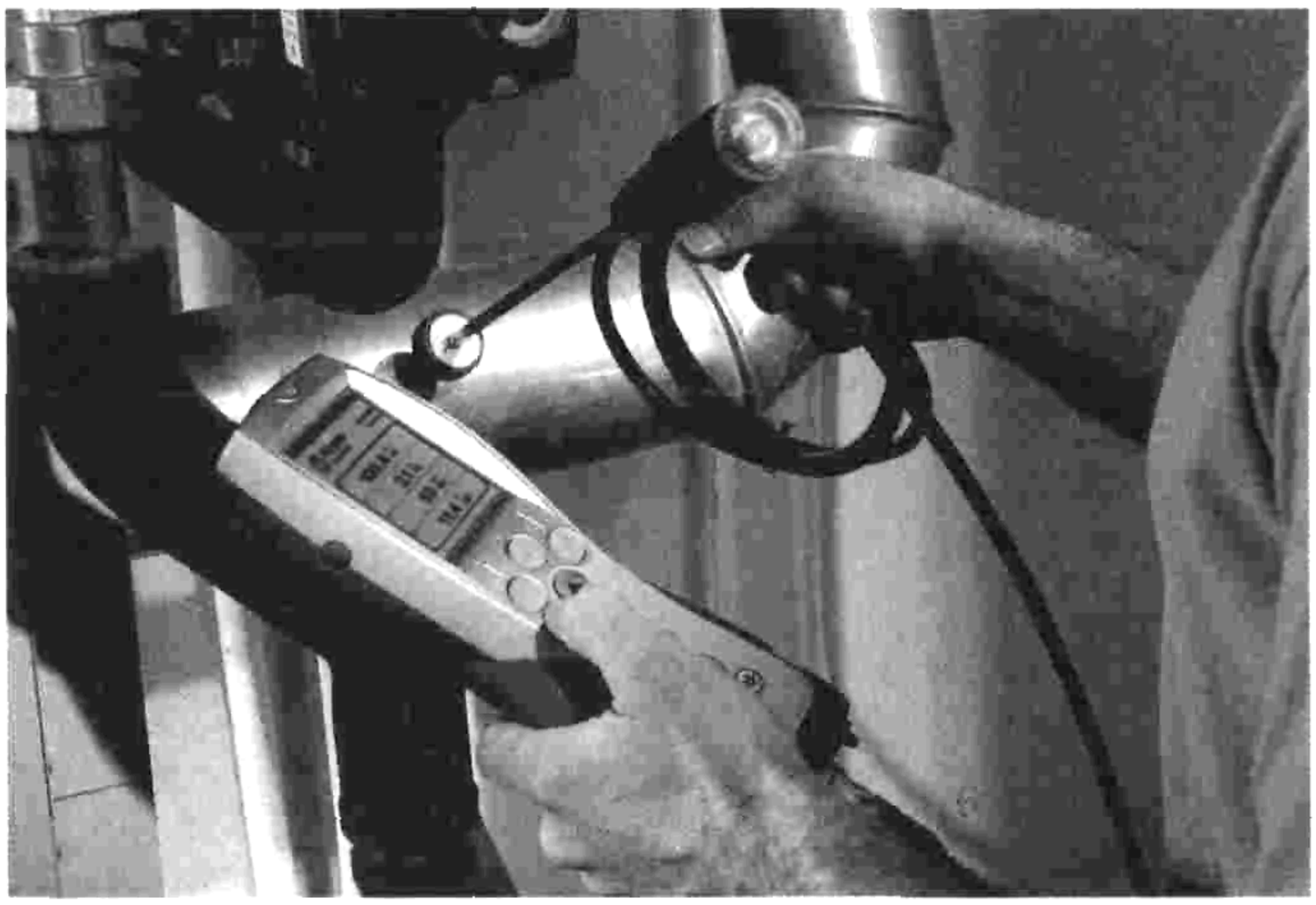


Рис. 13: Определение потери тепла с дымовыми газами

Причина резкого падения температуры дымового газа может состоять в следующем:

- Наличие капель конденсата на термопаре (сенсоре температуры) при нахождении зонда отбора пробы в вертикальном положении.

Способ устранения данной причины: Зонд отбора пробы следует устанавливать горизонтально для обеспечения возможности удаления или стекания конденсата.

Причиной слишком высокой потери тепла с дымовыми газами может явиться следующее:

- Неверное значение окружающей температуры, полученное в ходе калибровки с использованием зонда отбора пробы. Рекомендация: выполните замеры с использованием отдельных температурных зондов.
- Неверные настройки используемого вида топлива.
- Наличие колебаний температуры “горячей точки” атмосферных газовых горелок. Это в значительной степени затрудняет процесс выполнения контрольных замеров.

По причине неопределённости замеров при различных настройках сгорания к предельным значениям добавляются заданные точки допуска. Оценочное значение складывается из суммы значения ограничения и выраженных в процентах точках допуска. Округлённый в сторону увеличения результат замера потери тепла с дымовыми газами должен быть ниже или совпадать с оценочным значением. Определяющее оценочное значение рассчитывается, как показано на нижеприведённом графике.

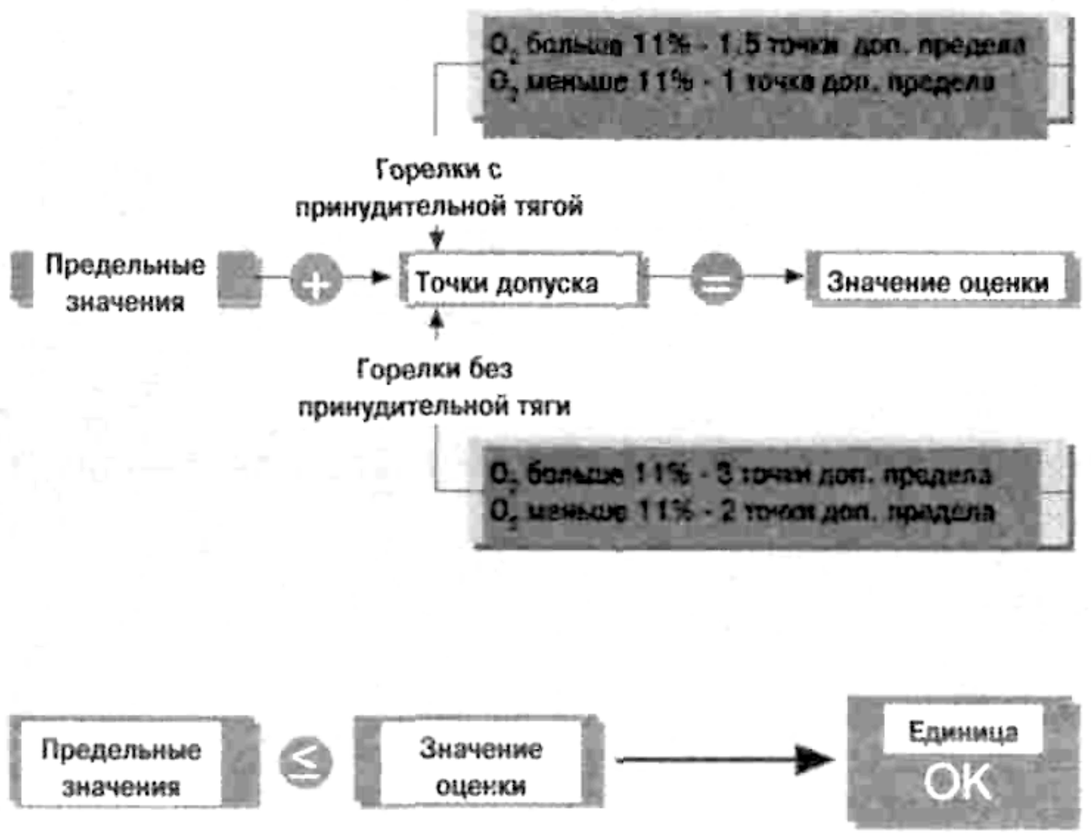


Рис. 14: Диаграмма расчёта оценочного значения

Определение сажевого числа для дизельных горелок

При определении сажевого числа в дымоотвод вводится сажевый насос с бумажным фильтром, через который дымовой газ прокачивается с постоянной скоростью. Затем фильтрующий элемент извлекается и проверяется на наличие нефтепродуктов. Если фильтрующий элемент оказывается окрашенным по причине их наличия, то фильтр не рекомендуется использовать для определения сажевого числа. Требуется выполнение трёх отдельных замеров. Степень окрашивания фильтра сравнивается по шкале Бакарака, и определяется сажевое число. Если в ходе проведения замера фильтр стал влажным по причине образования конденсата, то замер необходимо повторить. Окончательное значение сажевого числа определяется путём расчёта среднего арифметического значения трех отдельных замеров. Для газовых горелок сажевое число не определяется.

Шаг 3

Номинальный выход энергии в кВт	Тип горелки	Сажевое число		
		Установленное или измененное число		
		до 30 09 1988	с 01 10 1988	до 01 11 1996
более 4 до 11	Горелка с принудительной тягой	2	1	1
	Конденсаторная горелка	3	3	3
более 11	Горелка с принудительной тягой	2	1	1
	Конденсаторная горелка	2	2	2

Рис.: 15: Предельные значения сажевого числа для жидкого топлива

В незнакомых для Вас системах прежде всего необходимо определить уровень сажи, чтобы без необходимости не подвергать анализаторы повышенной нагрузке.

Измерение тяги дымового газа

Для определения тяги дымового газа (выталкивающей силы), требуемой для отвода дымовых газов в атмосферных горелках, зонд отбора пробы вновь устанавливается в отверстие для измерений в дымоотводе. После этого перед проведением замеров дымового газа или давления сенсор давления необходимо обнулить. Зонд отбора пробы извлекается, а в рабочей камере горелки измеряется давление. Анализатор автоматически указывает знаком "минус" дифференциальное давление между окружающей средой и дымоотводом. В целях выявления колебаний давления установка нуля также возможна вне трубы дымового газа. Для данного типа измерения подача дымового газа исключается.

Стандартное значение тяги для дымохода:

Система с положительным давлением с горелкой с принудительной тягой + высшая теплопроизводительность: положительное давление 0,12-0,20 гПа (мбар)

Пародизельная горелка и атмосферная газовая горелка: отрицательное давление 0,03-0,10 гПа (мбар).

Причиной слишком низких значений при замерах тяги может явиться следующее:

- Неправильная установка нуля сенсора давления.
- Разгерметизация линии подачи газа в анализаторе.
- Слишком высокая тяга в атмосферных газовых горелках может являться причиной повышенных значений CO. Этого можно избежать путем использования клапана контроля тяги.

VI. Измерения CO газовых горелок

В целях обеспечения безопасности операторов системы газовые горелки подлежат проверке. Необходимо обеспечить полный отвод дымовых газов. Это особенно важно для независимых от окружающего воздуха газовых систем с контролем потока, поскольку в таких системах отвод газов осуществляется через дымоход. При закупорке дымохода газ через систему контроля потока может поступать в бойлерную, подвергая опасности оператора. Чтобы это предотвратить в горелках с открытыми камерами сгорания и в горелках с принудительной тягой выполняется замер концентрации угарного газа (CO), включая проверку дымоходов. Данная мера безопасности не является необходимой для газовых горелок с принудительной тягой, поскольку дымовые газы отводятся через дымовую трубу.

Проверки безопасности газовых горелок с открытыми камерами сгорания и газовых горелок с принудительной тягой.

В следующий регламент проверки включены все этапы, необходимые для проведения полного осмотра труб дымового газа.

Задача	OK	Замечания
Проверка работоспособности горелки		
Закройте все окна и двери в непосредственной близости от горелки		
Необходимо учесть влияние имеющихся вентиляторов		
Убедиться в наличии свободных сечений у всех отверстий		
Убедиться в наличии свободного сечения у шланга дымового газа		
Убедиться в отсутствии грязи и повреждений в камере сгорания		
Убедиться в наличии свободного сечения у дымоотводов горячего газа		
Зажечь горелку		
Убедиться в надлежащей работе дымовой заслонки		
Визуально определить степень сгорания по форме пламени		
Убедиться в отсутствии в газе горелки отходов нефтепродуктов от утилизации дымовых газов		
Убедиться в надлежащей работе системы контроля потока		
Измерить концентрацию CO в дымовом газе		
Подготовить рабочую документацию		
Подготовить журнал осмотра		

Рис. 16: Регламент проведения проверки /осмотра труб дымового газа атмосферных газовых систем:

Измерение концентрации угарного газа (CO) в дымовом газе

Уровни CO и CO_2 или O_2 измеряются в смеси дымового газа и воздуха (на выходе из системы контроля потока) с помощью зонда. Для того, чтобы убедиться в том, что система функционирует надлежащим образом, концентрация CO должна рассчитываться до разбавления дымового газа воздухом. Существует возможность того, что при добавлении воздуха показания уровня CO будут неточными. Для данного расчёта потребуется значение уровня кислорода в дымовом газе. Концентрацию O_2 необходимо замерять параллельно с концентрацией CO.

Одного измерения CO недостаточно

Важно

Концентрация неразбавленного CO рассчитывается анализатором и выражается как неразбавленное содержание $_{CO}$ (COнеразб). Не рекомендуется выполнять замеры до тех пор, пока газовая горелка не проработает, по меньшей мере, 2 минуты, поскольку повышенный уровень CO снижается до нормального рабочего значения лишь после запуска системы.

Предельные значения концентрации CO для неразбавленного дымового газа:

CO неразбавленный свыше 500 ппм: Требуется проведение технического обслуживания системы

CO неразбавленный свыше 1000 ппм. Отказ системы

Только значения концентрации CO в разбавленном дымовом газе могут применяться для оценки работы горелки. При разбавлении показания могут быть неточными

Важно

Измерение CO в атмосфере

В целях безопасности, измерение CO в атмосфере необходимо выполнять дополнительно к измерениями дымового газа в ходе проведения работ по техническому обслуживанию газовых агрегатов в жилых помещениях, поскольку обратный поток дымового газа может привести к повышенной концентрации CO и опасности отравления. Наряду со всеми другими измерениями данные измерения необходимо проводить в первую очередь.

Концентрация CO в воздухе		Время вдыхания и влияние
30 ппм	0.003 %	Предельное пороговое значение (макс. концентрация, при которой период времени дыхания может превышать 8 часов)
200 ппм	0.02 %	Появление лёгкой головной боли в течение 2-3 часов
400 ппм	0.04 %	Появление головной боли в области лба в течение 1-2 часов с последующим распространением на всю область головы
800 ппм	0.08 %	Головокружение, тошнота и дрожь в конечностях в течение 45 минут. Потеря сознания в течение 2 часов
1600 ппм	0.16 %	Головокружение, тошнота и дрожь в конечностях в течение 20 минут. Летальный исход в течение 2 часов
3200 ппм	0.32 %	Головокружение, тошнота и дрожь в конечностях в течение 5-10 минут, летальный исход в течение 30 минут
6400 ппм	0.64 %	Головная боль и головокружение в течение 1-2 минут. Летальный исход в течение 10-15 минут
12800 ппм	1.28 %	Летальный исход в течение 1-3 минут

- **На результаты измерений влияет сигаретный дым (мин. 50ппм)**
- **Влияние дыхания курильщика на результаты измерений составляет примерно 5 ппм.**
- **Обнуление лучше всего выполнять на свежем воздухе.**

VII. Расчёт КПД

Для стандартных отопительных систем

Общий КПД – это КПД, рассчитанный на основе анализа только удельной теплоты дымового газа при отсутствии в последнем паров воды. Таким образом, в расчёт принимается только низшая теплотворная способность топлива.

Суммарный КПД – это КПД, рассчитанный при анализе дымового газа вместе со скрытой теплотой конденсации в дымовом газе. Таким образом, для расчета используется значение высшей теплотвроной способности топлива.

$$\eta = 100\% - qA$$

$$\left[qA = (AT - VT) \left[\frac{A2}{(21 - O_2)} + B \right] \right]$$

Измерения температуры дымовых газов и температуры топочного воздуха газа, а также концентрации кислорода в дымовом газе для данного расчёта выполняются параллельно, с использованием значений поправочных коэффициентов (A2, B) для заданных видов топлива и значения уровня содержания кислорода в воздухе (21), сохранённых в анализаторе. Для того, чтобы использовать правильные факторы топлива A2 и B, необходимо правильно выбрать топливо в анализаторе.

Конденсационные приборы

Поскольку в современных конденсационных приборах используется значение теплоты конденсации, компания Testo в целях правильности расчётов ввела дополнительное значение "ХК" для корректного расчета. Данное значение включает использование теплоты конденсации в отношении к низшей теплотвроной способности. При остывании дымовых газов ниже температуры точки росы, теоретическое значение которое для определённого вида топлива заложено в анализаторе Testo (для сравнения: Рис. 24), пропорциональный коэффициент ХК будет соответствовать значению теплоты парообразования с поправкой водяного конденсата, благодаря которому потеря тепла с дымовыми газами может сократиться или стать отрицательной. Уровень КПД в отношении чистой теплтворноц способности может принимать значения свыше 100% (для сравнения см. следующий пример).

Пропорциональный коэффициент ХК

Пример с лёгким дизельным топливом

A2	= 0.68	–>	qA	=19 %(пропорциональный коэффициент ХК)
B	= 0.007			
FT	= 30 °C	–>	qA	=-5 % (с пропорциональным коэфф. ХК)
AT	= 22 °C	–>	h	=100 % - (-5%)
O_2	= 3%			=105 %
ХК	= 5.47 %			

Для наглядного примера на следующем графике отчётливо показано, в силу чего КПД в конденсационных системах превышает 100 %.

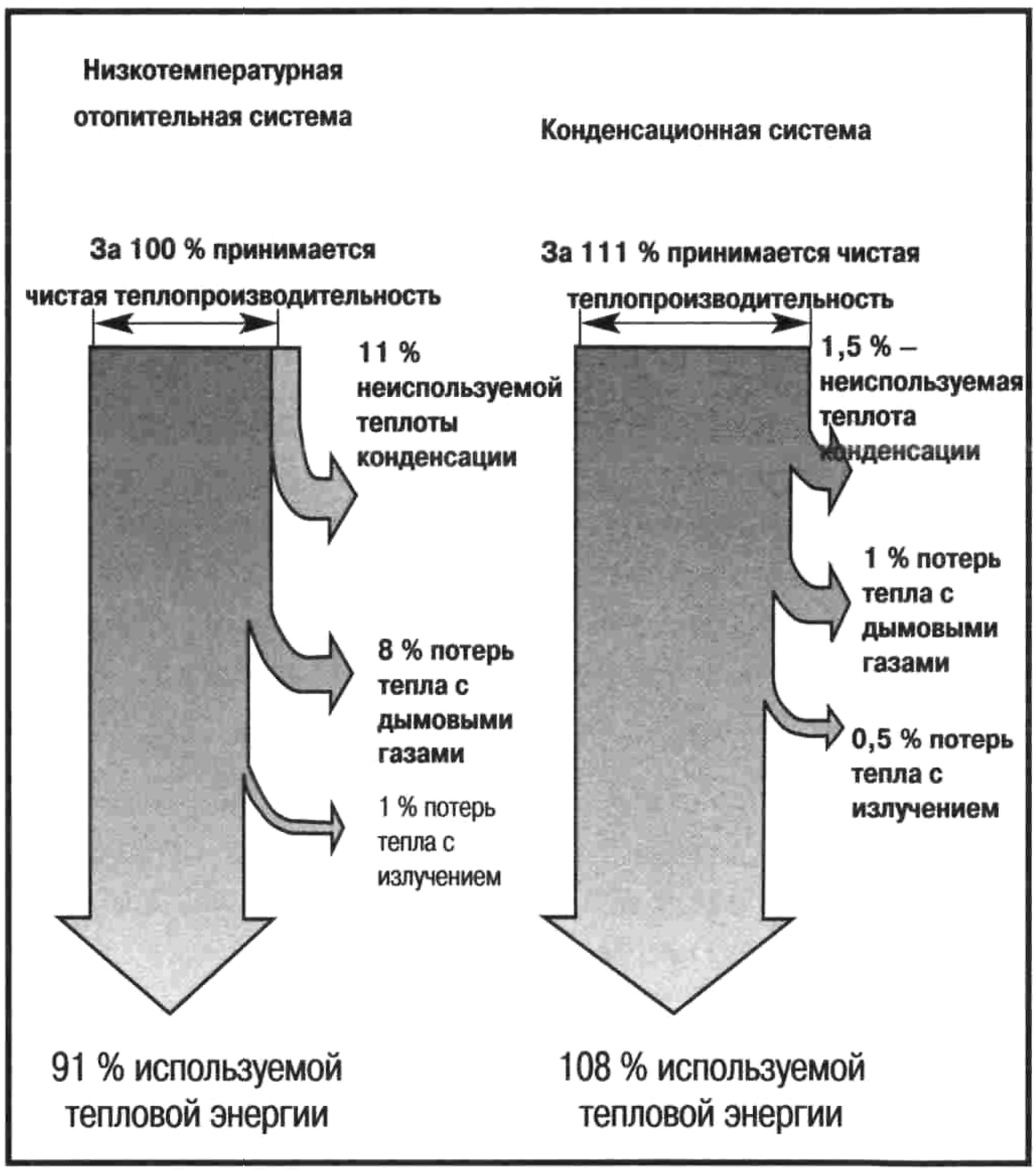


Рис. 17: Потеря энергии в низкотемпературных и конденсационных системах.

- С началом использования топлива начнёт вырабатываться тепло и образовываться пары воды.
- При измерении общего количества теплоты будет получено 100% значение чистой теплопроизводительности.
- Если прибавить энергию водяного пара (теплоту конденсации), то будет получено значение высшей теплопроизводительности (общей теплотворной способности).
- Значение высшей теплопроизводительности – всегда выше значения чистой теплопроизводительности (низшей теплотворной способности).
- При расчёте КПД за основу всегда берется низшей теплотворной способности.
- Однако в конденсационных установках наряду со значением низшей теплотворной способности, а также используется энергия конденсации, а это означает, что КПД может превышать 100%.

Примечание

Тем не менее, в конденсационных установках имеют место потери тепла, что явно говорит о том, что КПД обусловлен значением низшей, вместо высшей теплотворной способности.

Топливо	Температура точки росы, (в °C)
Природный газ, H	57.53
Лёгкое дизельное топливо "EL"	50.37
LPG (70/30)	53.95
Бытовой газ	61.09

Рис.18: Значения температуры точки росы дымовых газов для определённых видов топлива. Рассчитаны для стандартного давления (1013 мбар) и стехиометрического сгорания.

VIII. NO_2 Измерения для газовых горелок

Содержание оксидов азота NO_x указывает на общее содержание моноксида азота (NO) и двуокиси азота (NO_2). Обычно соотношение концентраций NO и NO_2 является постоянной величиной (97 % NO и 3 % NO_2). По этой причине измерение содержания NO является достаточным для определения концентрации NO_x. Однако при использовании смешанного топлива или конденсационных установок вышеуказанное соотношение изменяется. В силу этого обстоятельства содержание двух компонентов (NO и NO_2) измеряется отдельно, а сумма результатов этих измерений указывает на содержание NO_x.

Рис. 19: Прибор testo 335 первый на рынке 3-х компонентный прибор с возможностью прямого измерения NOx

Важно

Диоксид азота (NO_2) растворим в воде, поэтому для точного определения концентрации NO_2 необходимо использовать сухой дымовой газ, поскольку растворённый NO_2 не учитывается. Таким образом, перед проведением фактических замеров содержания диоксида азота необходимо использование блока пробоподготовки для удаления влаги из дымового газа.

Практические сведения

- **При проведении замеров в непосредственной близости от электростатического фильтра зонд отбора пробы необходимо заземлить для исключения статического заряда.**
- **При возможности высокого уровня содержания твёрдых примесей и сажи необходимо использовать чистые сухие фильтры. Можно использовать предварительный фильтр.**

IX. Функциональные испытания отопительных устройств

Тест на герметичность труб дымового газа

Трубы дымового газа, независимые от окружающего воздуха, проверяются на герметичность путём измерения уровня O_2 в двойной стенке. Данный тест необходимо проводить на современных системах. Уровень концентрации O_2 в поступающем воздухе в двойной стенке обычно составляет 21%. Если значения замеров составляют ниже 20,5%, то это указывает на то, что во внутренней трубе дымового газа имеется течь, что, в свою очередь, указывает на необходимость проверки всей системы.

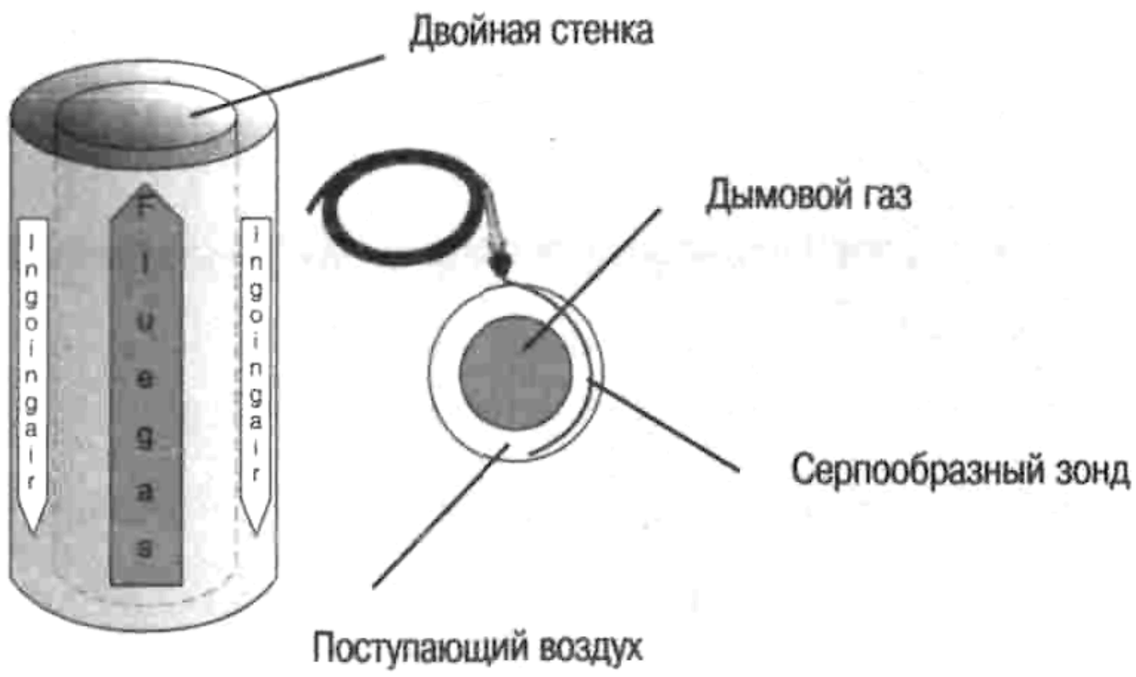


Рис. 20: Замер уровня O_2 в межстенном пространстве дымохода серпообразным зондом

Серпообразный зонд Testo (например, для прибора testo 330, № заказа 0632 1260) позволяет быстро и точно измерить уровень O_2 в двойной стенке.

Обычным способом проверки герметичности дымоходной трубы является измерение в ней давления. С помощью прибора для проверки герметичности в трубу дымового газа подаётся воздух, пока давление в трубе не составит 200 Па (ранее – 1000 Па). Давление поддерживается на вышеуказанном уровне, и определяется объём воздуха, выходящего в месте утечки. Труба дымового газа считается герметичной, если скорость утечки составляет 50 л / (hm^2).

Контроль потока с помощью электронного детектора утечки

Для обеспечения эффективной работы горелки необходимо обеспечить полное удаление дымовых газов из блока контроля потока. Существует ряд способов определения эффективности отвода дымовых газов. Выброс дымового газа определяется по формированию конденсата на контрольной пластинке или в газоанализаторе, а также по повышению температуры, измеряемой с помощью термопары или по визуальному контролю потока в малой дымовой трубе.

При следующих обстоятельствах может возникнуть обратный поток в блок контроля потока:

- Течь трубы дымового газа, вызванная отсутствием или деформацией *уплотнения*, *усталостность материала уплотнения*, *ослабление трубных* соединений, точечная ржавчина, коррозия или трещины.
- Препятствия тяге отопительного газа в виде частиц или по причине деформации

Возможные неисправности

- Отсутствие подачи воздуха по причине герметичности рабочей среды
- Блокировка или загрязнение вентиляционных отверстий
- Частичная или полная закупорка магистрали дымового газа

Рис. 21: Обнаружение утечки дымовых газов в блоке контроля потока с помощью детектора утечки testo 317-3

Диагностика неисправностей с помощью фиброскопа

Революционная гибкая трубка эндоскопа подходит для любых труднодоступных мест, трубку можно изгибать в практически любом положении. Удобная рукоятка позволяет управлять прибором TestoView одной рукой, благодаря удобству расположения органов управления прибором, что позволяет экономить время и деньги.

Мощная LED подсветка

Рис 22. Инспекция теплоизоляции с помощью эндоскопа testo 319

X. Настройка горелок

Малые горелки

Экологичность работы установки состоит в обеспечении полного сгорания (стехиометрического сгорания) топлива при максимально возможной эффективности эксплуатации установки. Одним из определяющих параметров для оптимальности работы установки является настройка подачи топочного воздуха. На практике было установлено, что для идеальной работы установки требуется лишь небольшое количество избыточного воздуха. Иными словами, для обеспечения сгорания подаётся большее количество воздуха, чем это теоретически необходимо. На практике применяется следующее правило:

Максимальный КПД сгорания достигается только при минимальных потерях тепла с дымовыми газами при минимальной подаче избыточного воздуха.

На рис. 23 представлены значения концентрации компонентов дымового газа, обусловленные количеством подачи воздуха.

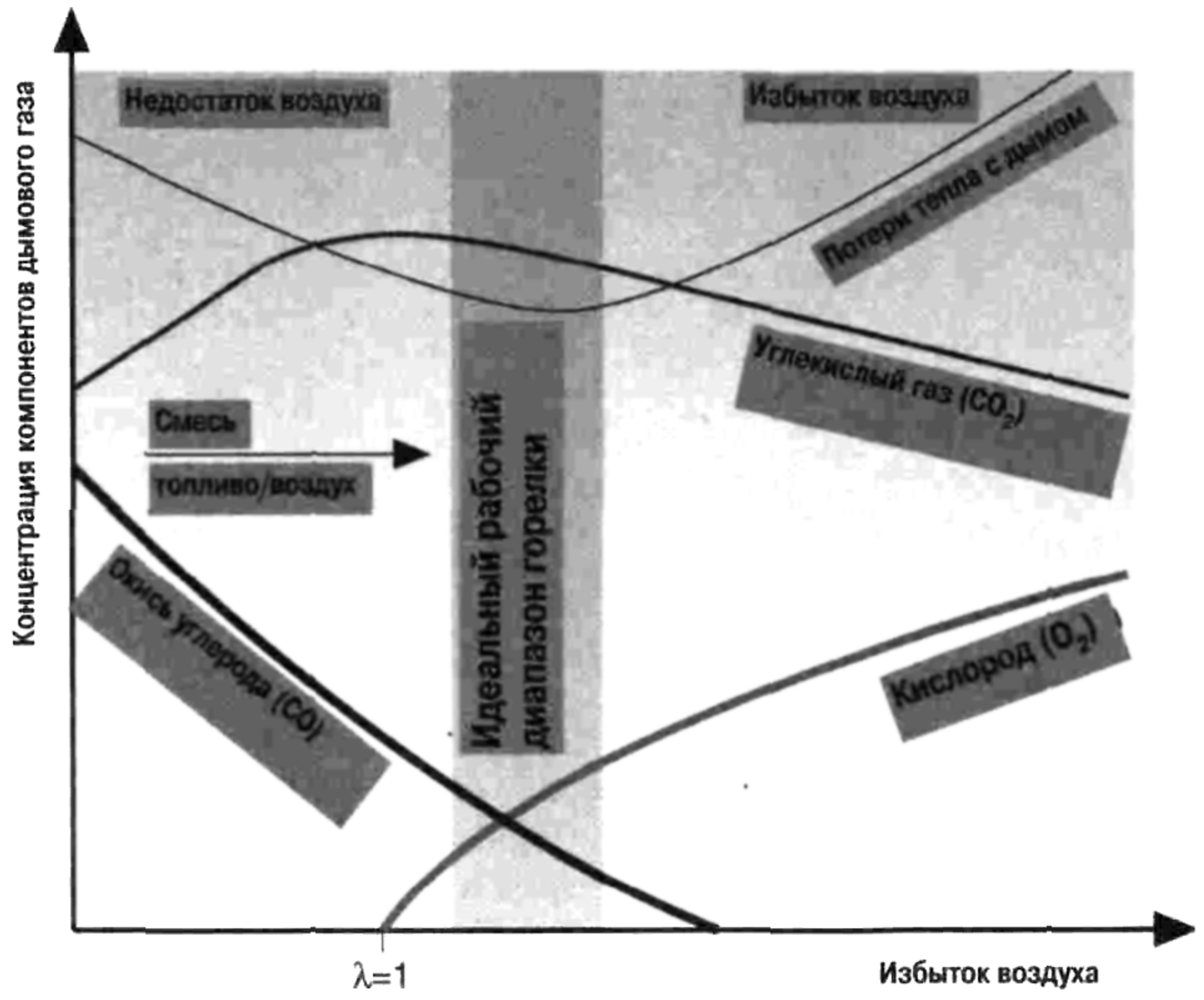


Рис. 23:Диаграмма процесса сгорания

Проще говоря, эмпирическим путём были выведены следующие правила:

Для максимального КПД:	Концентрация CO_2 должна быть максимальной
	Концентрация CO должна быть на самом низком уровне

Низкотемпературные и конденсационные котлы

Как настраивать котлы?

- Настройте горелку по номинальной теплоёмкости установки.
- Установите предельные значения дымовых газов, такие как потеря тепла.
- Настройте новые системы таким образом, чтобы сажевое число не превышало 1.
- Отрегулируйте концентрацию CO_2 в новых системах таким образом, чтобы её уровень составлял примерно 11-13 %.
- Отрегулируйте температуру дымового газа в соответствии с рекомендациями производителя.
- *Установите оптимальную концентрацию CO.*

- **Если дифференциальная температура соответствует спецификации производителя, то, скорее всего, система отрегулирована правильно.**
- **При низких значениях температуры дымового газа происходит формирование большого количества конденсата, что может привести к неточности показаний или к повреждению анализатора. Способ устранения проблемы: использование блока пробоподготовки вместо конденсатосборника (см. Рис. 24).**

Рис. 24:

Осушка газа обеспечивает точность показаний и исключает возможность повреждения анализатора testo 300 XXL в результате формирования конденсата.

Газовые отопительные системы

Цель регулировки состоит в обеспечении максимальной экологичности и эффективности использования топлива. При эксплуатации газовых горелок необходимо регулировать и контролировать объём потока газа. Это осуществляется путём измерения температуры потока газа. Вышеуказанный параметр указывается производителем и регулируется после монтажа установки. Дополнительный параметр – это давление форсунки, влияющее на процесс сгорания.

Как настраивать газовую отопительную систему?

- Настройка предельных значений для дымовых газов, например, потеря тепла с дымовым газом, должна быть наименьшей.
- Настройка требуемого давления дымового газа путём измерения дифференциального давления (например, с помощью прибора testo 330). Требуемое значение давления указано в спецификации производителя. Данная регулировка позволяет получить требуемое давление газа в форсунке.
- Мощность прибора может быть отрегулирована в соответствии с требуемым уровнем нагрева путём регулировки давления форсунки. При неправильной регулировке давления газа может произойти следующее:

Слишком высокое давление газа	· Отрыв пламени · Неполное сгорание · Высокая концентрация CO · Опасность отравления · Высокое потребление газа
Слишком низкое давление газа	· Погасание пламени · Высокий уровень потерь тепла с дымовыми газами · Высокий уровень O_2 · Низкий уровень CO_2

- **Не производите замеров давления на главной трубе (соблюдайте диапазон измерений).**
- **Убедитесь в отсутствии течи между точкой отбора пробы и анализатором (опасность взрыва).**

XI. Тест на утечки жидкостей и газов

Трубы по стандарту DVGW

- Перед началом проведения работ на газовых трубах необходимо закрыть задвижку и обеспечить невозможность её открытия не уполномоченным на то персоналом (например, путём извлечения ключа или снятия вентиля). При утечке или возможности выброса газа необходимо обеспечить возможность его отвода в безопасное место, предусмотреть использование для отвода газа вентиляции или возможность отвода газа за пределы помещения через шланг. Задвижку следует открывать только в том случае, когда все отверстия заблокированных труб, через которые может выходить газ, плотно закрыты. Это не относится к внешним работам по техническому обслуживанию труб.
- Согласно стандарту DIN 30657, для обнаружения утечки в газовых трубах следует использовать приборы обнаружения утечки газа или пену. Использование для этого пламени недопустимо Временная герметизация допускается лишь в случае возникновения опасных ситуаций.
- Трубы с рабочим давлением до 100 мбар подвергаются предварительным и основным тестам. Тесты необходимо проводить перед заштукатуриванием или закрытием кабеля, или перед покрытием или укладкой соединительных кабелей в короб. Тесты можно также проводить посекционно.
- Результаты проведения всех тестов должны быть задокументированы.

Предварительный тест

Суть проведения предварительного теста состоит в проверке под нагрузкой вновь проложенных труб без арматуры. На период проведения теста отверстия труб должны быть тщательно загерметизированы металлическими пробками, крышками, заглушками или временными фланцами. Соединения с газовыми трубами недопустимы. Предварительный тест может проводиться на трубах с арматурой при условии, что расчетное давление арматуры в ходе проведения теста будет, по меньшей мере, соответствовать тестовому давлению.

При проведении предварительного теста рекомендуется использовать воздух или инертный (низкореактивный) газ (например, азот или углекислый газ), но не кислород. При этом тестовое давление должно составлять 1 бар. Тестовое давление не должно снижаться в ходе проведения теста, длящегося 10 минут.

Основной тест

Основной тест – это тест на герметичность труб и арматуры, но без использования газовых приборов и устройств контроля и обеспечения безопасности. При проведении основного теста можно использовать газовый счётчик. При проведении основного теста рекомендуется использовать воздух или инертный (низкореактивный) газ (например, азот или углекислый газ), но не кислород. При этом тестовое давление должно составлять 110 бар. После компенсации температурного воздействия тестовое давление не должно снизиться в течение минимум последних десяти минут проведения теста. Измерительный прибор должен быть настолько точным, чтобы регистрировать падение давления даже на 0,1 мбар.

Измерение объёмов утечки

При наличии оснований предполагать наличие утечек находящиеся в эксплуатации или использованные трубы низкого давления проверяются на пригодность к эксплуатации по запросу со стороны заказчика или при повторном подсоединении В первую очередь труба проходит проверку под нагрузкой, т.е. подвергается тестовому давлению 3 бара в течение 3-5 минут. Цель проверки под нагрузкой состоит в обнаружении повреждений в результате коррозии. В трубу закачивается воздух для создания соответствующего тестового давления и измеряется падение давления за 1 минуту.

а) Срок эксплуатации не ограничен, если количество утечки газа составляет менее 1 литра в час при рабочем давлении.

б) Срок эксплуатации ограничен, если количество утечки газа составляет 1-5 литров в час при рабочем давлении.

в) Непригодность к эксплуатации, если количество утечки газа превышает 5 литров в час при рабочем давлении.

Определение объёма утечки газа по логарифмической линейке

В целях установления объёма утечки газа необходимо определить объём газа в трубе по измеренной или приблизительной длине трубы. Объём утечки газа можно показать на графике по падению давления в минуту, измеренному прибором для измерения дифференциального давления, а также по объёму газа в трубе согласно ТУ DVGW G 624 или специальной логарифмической линейке Testo, утверждённой стандартом DVGW.

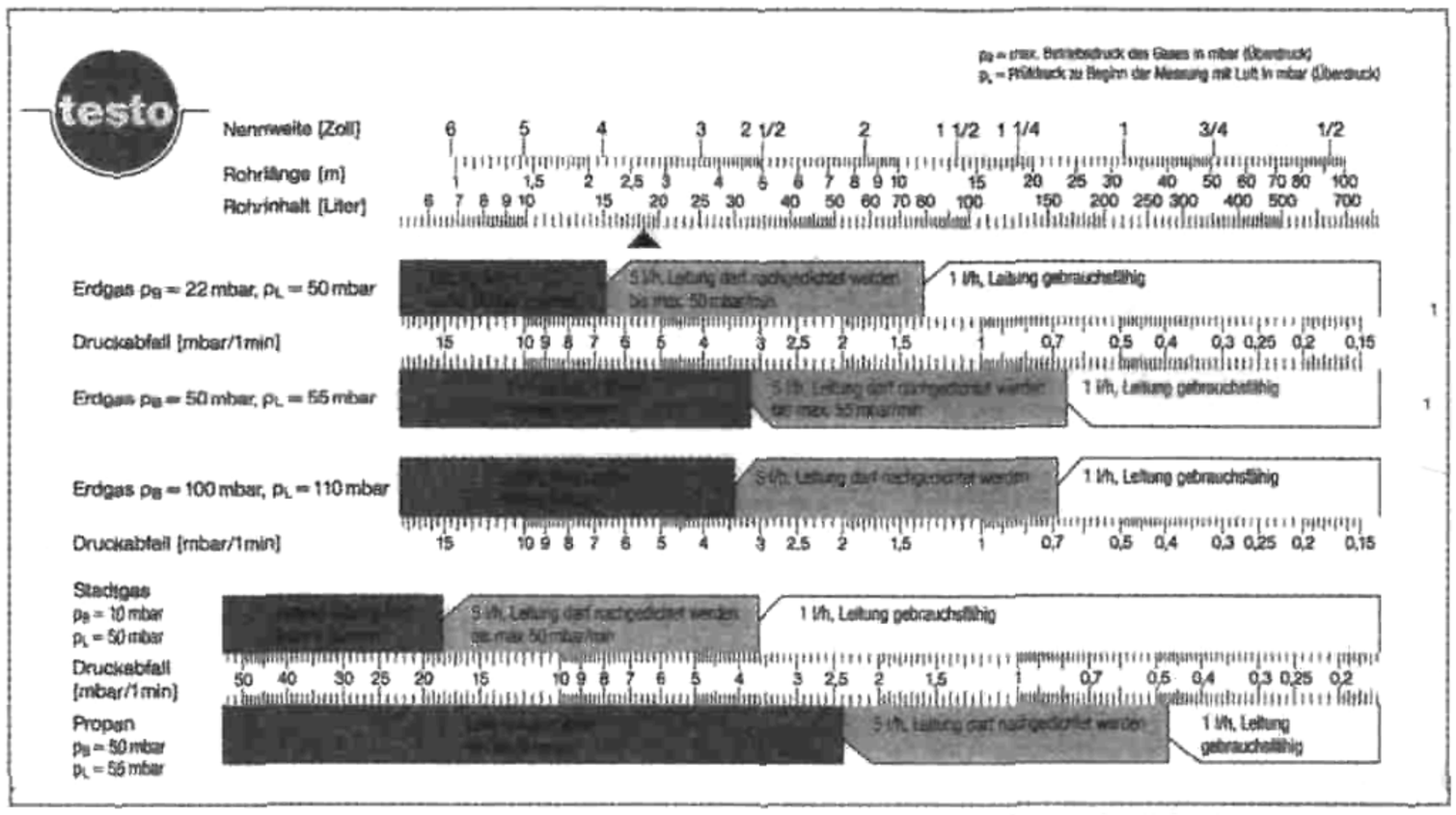


Рис. 25: Определение пригодности к эксплуатации по логарифмической линейке Testo

Использование логарифмической линейки исключает необходимость ввода данных в анализатор. Графическое и рассчитанное значение для объёма утечки газа определяется по следующей формуле:

$$V_B = V\,(p_1/p_2 - 1) \times p_B/p_L \times f \times 60$$

V_B	Объём утечки газа в ходе работы в л/мин.
V	Объём газа в трубе “l”
p_1	Абсолютное тестовое давление в начале измерения в барах (показания барометра + исходное тестовое давление)
p_2	Абсолютное тестовое давление в конце измерения в барах (показания барометра + конечное тестовое давление)
p_B	Максимальное давление газа в мбарах
p_L	Тестовое давление в начале измерения с использованием воздуха в мбарах (положительное давление)
f	Коэффициент учёта типа газа

В качестве альтернативы для измерения объёмов утечки существуют приборы (производства не Testo), для которых в настоящий момент не существует норм по их использованию при проведении такого рода тестов. При использовании таких приборов единственным прослеживаемым методом является графическое/расчётное измерение объёма утечки.

В соответствии со степенью пригодности к эксплуатации можно принять следующие меры:

а) При отсутствии ограничений пригодности к эксплуатации трубы можно эксплуатировать.

б) При ограниченной пригодности к эксплуатации трубы требуют герметизации или обновления. Для труб с рабочим давлением свыше 100 мбар ТУ DVGW G 624 существует дополнительное требование. Согласно разделу 7.1.3, герметичность должна быть восстановлена в течение 4 недель с момента установления снижения пригодности к эксплуатации.

в) Непригодные трубы необходимо снимать с эксплуатации. Те же ТУ действуют в отношении секций труб после ремонта, если такие секции используются для вновь прокладываемого трубопровода.

Эти меры указаны на логарифмической линейке Testo.

После проведения любых ремонтных работ необходимо проведение теста падения давления (основной тест, для сравнения: стр. 45).

Важно

Тест герметичности на водопроводные трубы

Данный тест состоит из предварительного и основного тестов и выполняется на вновь установленных трубах и на неокрашенных и необсаженных трубах. *Данный тест проводится в тех случаях, когда проведение теста с* использованием воды невозможно по причине мороза или риска образования коррозии. В целях безопасности основной тест проводится под давлением 110 мбар перед проведением предварительного теста при максимальном давлении 3 бара (на трубах номинальной ширины согласно стандарту DN 50) или при максимальном давлении 1 бар (на трубах номинальной ширины согласно стандарту DN 50). Данный тест не заменяет тест на нагрузку с использованием воды под давлением в соответствии с требованиями стандарта DIN 1988-2 TRWI 11.1.

Обнаружение утечки газа

Утечка природного газа из трубы или отопительной установки создаёт опасность отравления или взрыва. Поскольку природный газ не имеет запаха, в него добавляются одоранты. При появлении запаха газа помещение необходимо немедленно проветрить. Утечку газа в трубе можно обнаружить с помощью детектора определения утечки. В целях безопасности нельзя превышать предельное значение, составляющее 20% взрывоопасной концентрации.

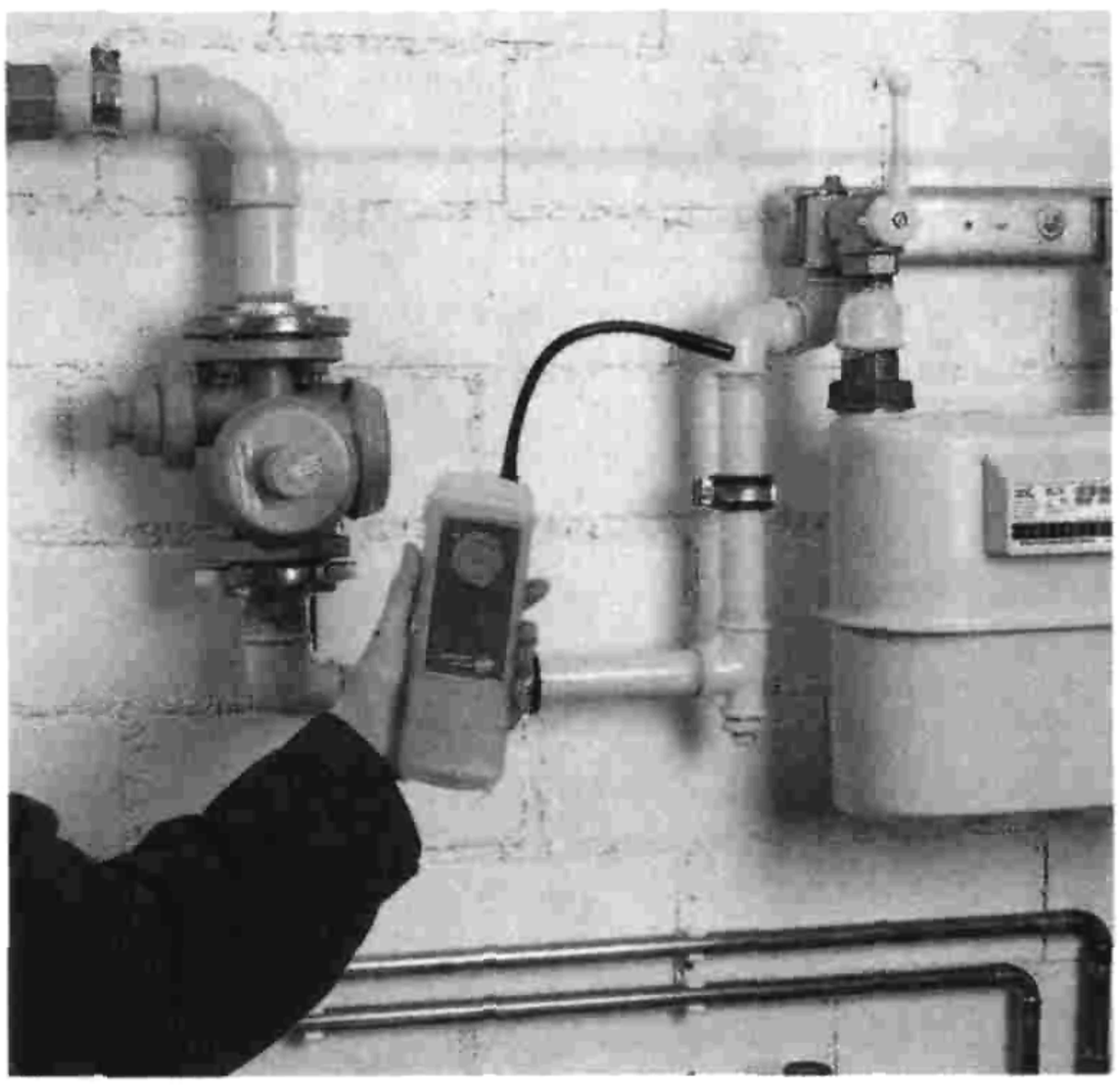


Рис. 26: Обнаружение утечки газа в трубах с помощью прибора testo 316-1

XII. Измерительные приборы

Предъявляемые к портативным газоанализаторам требования ставят сложные задачи перед любым производителем измерительного оборудования. Во-первых, необходимо создать инструмент для применения в суровых условиях окружающей среды; во-вторых инструмент без необходимости подключения его к сети, т.е портативный; в-третьих, измерительный прибор должен обладать высокотехнологичным оснащением и дизайном, отвечающим потребностям заказчика. Приборы должны отличаться компактностью, лёгкостью, портативностью и простотой в использовании. Другие важные требования – это быстрая доступность значений измерений, низкое энергопотребление и простота технического обслуживания.

Сенсоры

Выбор сенсоров для определения концентрации газа обусловлен требованиями, предъявляемыми к измерительным приборам. Электрохимические сенсоры газа прекрасно зарекомендовали себя в практическом использовании. Основные преимущества сенсоров такого типа заключаются в быстрой доступности значений измерений, компактности, возможности технического обслуживания пользователем, а также в экономичности. Однако, необходимо проделать большие научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы для создания наиболее подходящих данным требованиям газовых измерительных ячеек. Требуется оптимизация путей прохождения газа, разработка дизайна измерительной ячейки для удобства ее замены пользователем с учетом возникающей перекрестной чувствительности.

Работа химического двухэлектродного сенсора

Трёхэлектродные сенсоры используются для определения концентрации токсичного газа. Принцип работы этих приборов описывается на примере использования сенсора угарного газа (CO).

Стандартный двухэлектродный сенсор – это сенсор кислорода (O_2). На рис. 27 показан принцип работы сенсора кислорода.

Сенсор кислорода

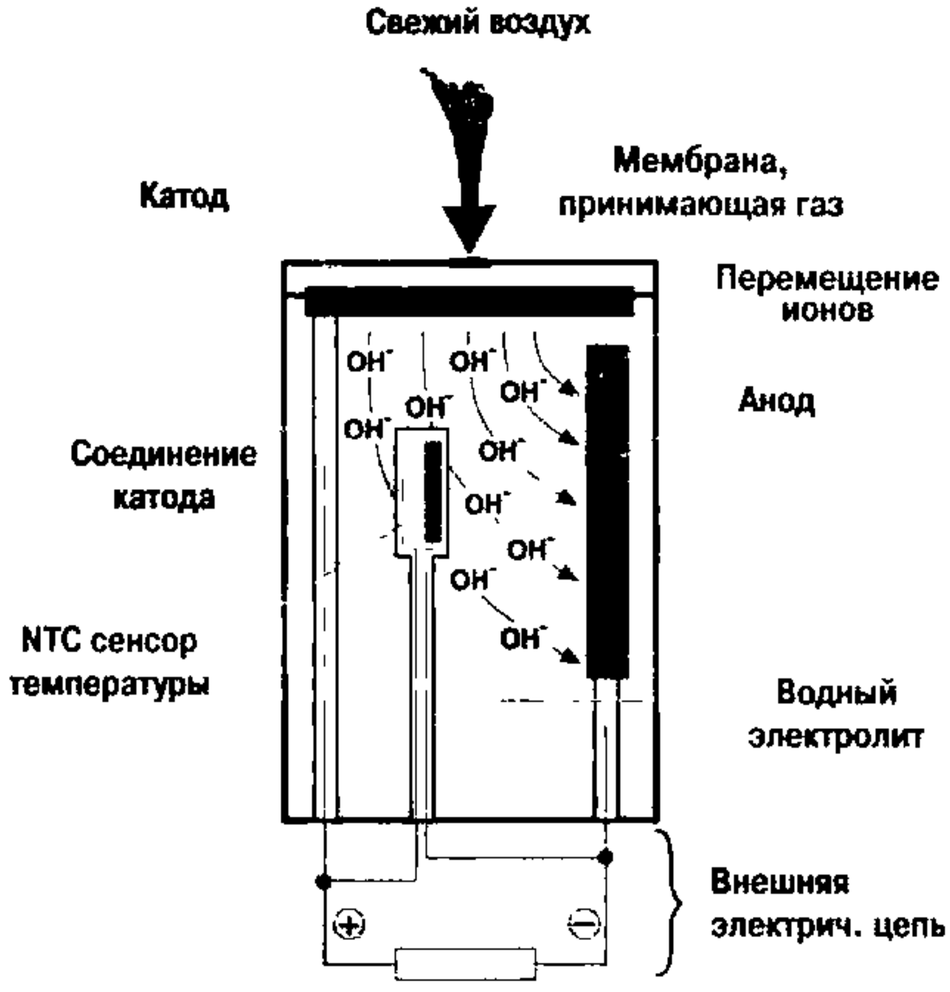


Рис. 27: Принцип работы сенсора O_2

Принцип работы сенсора кислорода в ключевых словах:

- Молекулы O_2 проходят через газопроницаемую мембрану и попадают на катод.
- Химическая реакция: Образуются ионы OH^- (ионы = заряженные частицы)
- Ионы проходят через жидкий электролит и попадают на анод.
- Движение ионов создаёт электрическую проводимость во внешней цепи, пропорциональную концентрации O_2.
- Это означает следующее: чем выше концентрация, тем выше электрическая проводимость.
- Падение напряжения измеряется в сопротивлении, а полученные данные обрабатываются электронным способом.
- Для компенсации влияния температуры служит интегральное сопротивление с отрицательным температурным коэффициентом, что обеспечивает стабильность работы сенсора независимо от температуры.
- Ресурс сенсора кислорода составляет примерно 3 года.

Уравнения реакций

Катод: $O_2 + 2H_2O + 4e^-$ $4OH^-$

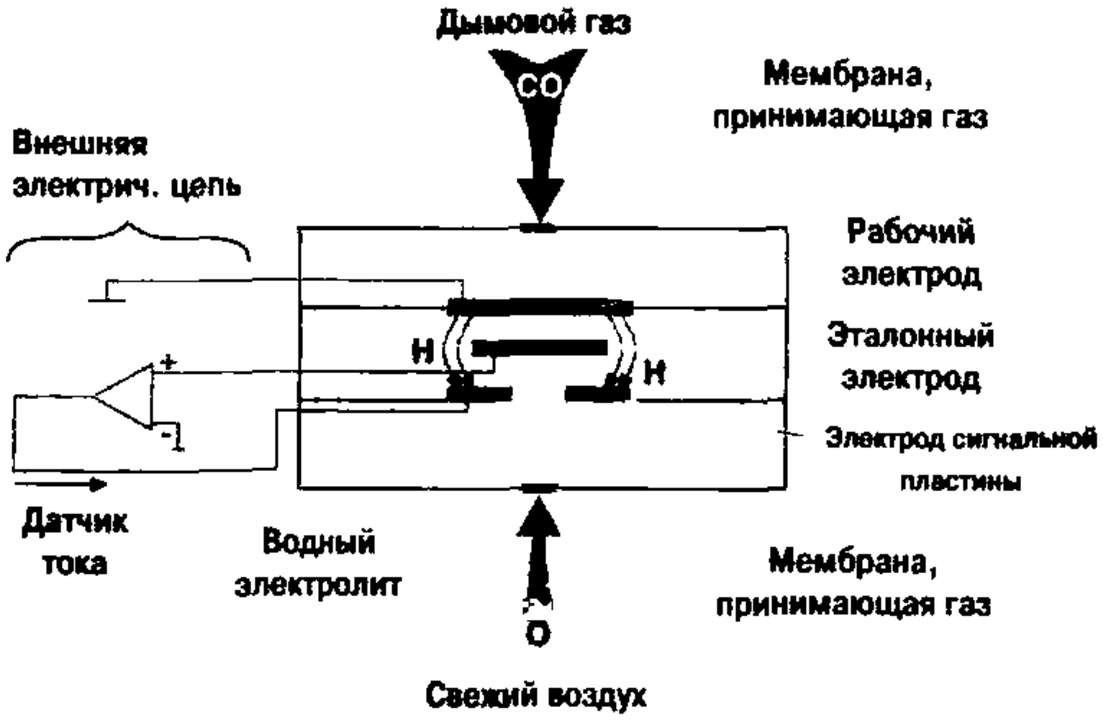
Анод: $2Pb + 4OH^-$ $2PbO + 2H_2O + 4e^-$

Баланс: $2Pb + O_2$ $2PbO$

Избыточная концентрация газа сокращает ресурс измерительных ячеек.

Практические сведения

Работа химического трёхэлектродного сенсора для токсичных газов



Сенсор CO

Рис. 28: Принцип работы сенсора CO

Принцип работы трёхэлектродного сенсора (на примере сенсора CO):

- Молекулы CO проходят через газопроницаемую мембрану и попадают на рабочий электрод.
- Химическая реакция: образование ионов H^+.
- Ионы переносятся к электроду сигнальной пластины.
- Вторая химическая реакция с участием O_2 в свежем воздухе: электропроводность во внешней цепи.
- Эталонный электрод стабилизирует сигнал сенсора.
- Ресурс составляет примерно 2 года.

Уравнения реакций:

Анод: $CO + H_2O \quad CO_2 + 2H^+ + 2e^-$

Катод: $O_2 + 4H+ + 4e^- \quad 2H_2O$

Практические сведения

Избыточная концентрация газа, холод, влага и частицы грязи сокращают ресурс измерительных ячеек.

Работа полупроводникового сенсора при измерении горючих газов

Полупроводниковый сенсор используется для измерений горючих газов, таких как HC, H_2 и CO. Он используется для обнаружения утечки газа. Конструкция полупроводникового сенсора представлена на Рис. 29.

Полупроводниковый сенсор

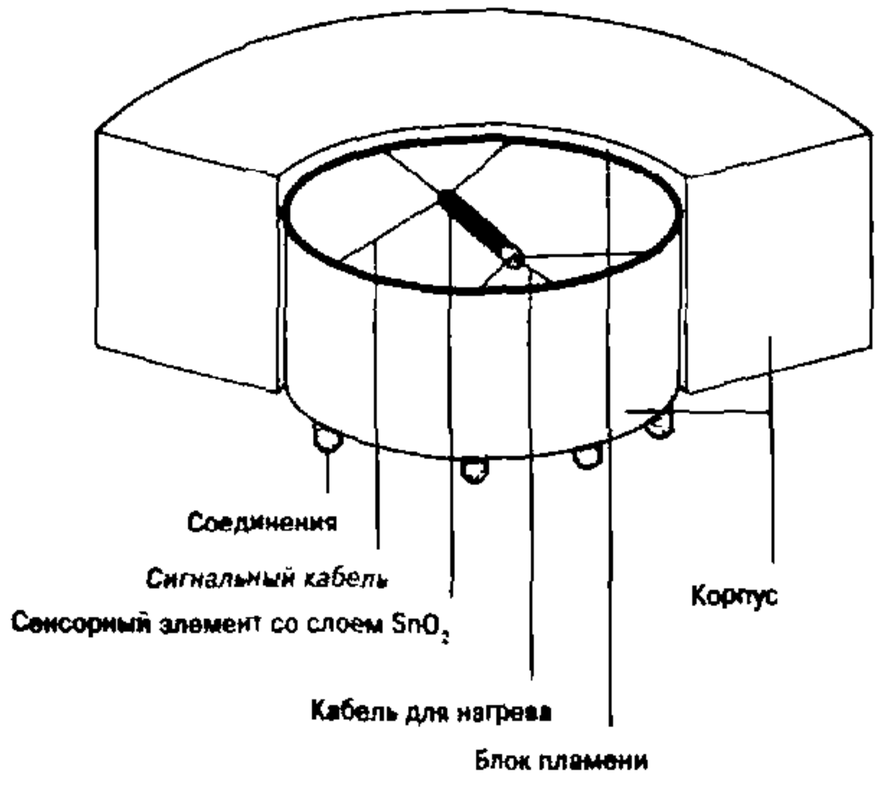


Рис. 29: *Конструкция полупроводникового сенсора*

Принцип работы полупроводникового сенсора (на примере использования в зонде для обнаружения утечки газа):

- Сенсорный элемент нагревается до рабочей температуры 300 °C.
- При нагревании в оксиде олова создаётся высокое сопротивление.
- При наличии горючих газов (HC, H_2, CO) в окружающем воздухе в области сенсорного элемента, т.е. внутри сенсора, эти газы собираются на слое оксида олова.

- Электрическое сопротивление будет ослабевать.
- Падение сопротивления сопровождается визуальным или звуковым сигналом.

Избыточная концентрация газа, холод, влага и частицы грязи сокращают ресурс измерительных ячеек.

Электроника

Создание еще более компактных, но в то же время комплексных измерительных приборов, является ярко выраженной тенденцией в сфере развития и производства измерительного оборудования. Благодаря компьютерному проектированию (CAD) и автоматизированному производству, сложные электронные схемы можно размещать на чрезвычайно малом пространстве. Печатные платы разрабатываются по многоуровневому принципу, а при установке электронных компонентов применяются новейшие технологии (поверхностный монтаж – "SMD"). Для проверки плат в сборе и выявления дефектов на ранней стадии используется тестовый компьютер (внутрисхемный тестер). Это позволяет экономично устранять неисправности и возвращать платы в производство. После сборки и установки плат и измерительных ячеек в корпус измерительные приборы подвергаются эксплуатационным тестам на компьютерном испытательном стенде и проходят калибровку с использованием поверочного газа. Сертификация DIN ISO 9001 гарантирует высокое качество и квалифицированное пост-продажное обслуживание. Конечный результат – это измерительные приборы, соответствующие последним требованиям предъявляемых к анализу дымовых газов.

Рис. 30: Платы SMD на основе многоуровневой технологии

Дизайн

Планировка газового тракта привлекает огромное внимание специалистов при разработке портативных анализаторов дымовых газов. Поскольку наличие утечек искажает результаты измерений, все соединения в газовом тракте должны быть абсолютно герметичны. Во избежание повреждения измерительных ячеек необходимо исключить возможность наличия мест выпадения конденсата. В современных анализаторах дымовых газов используются конденсатосборники, обеспечивающие сбор конденсата и предотвращающие повреждение измерительных приборов. На следующем рисунке представлена схема газовых труб в упрощённой форме.

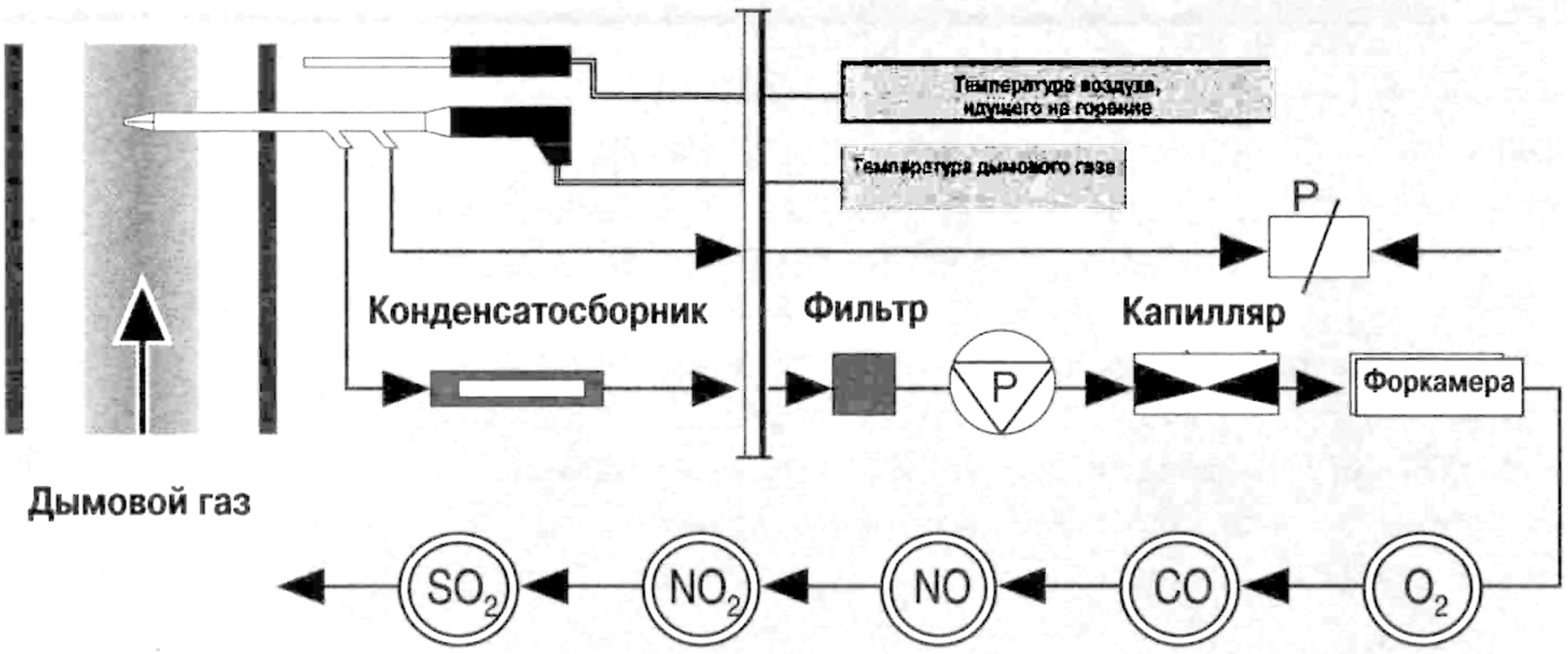


Рис. 31: Упрощённая схема газового тракта в анализаторе дымового газа

С помощью насоса “P” дымовой газ подаётся в конденсатосборник через зонд отбора проб. Встроенная в наконечник зонда термопара измеряет температуру дымового газа.

Конденсатосборник и встроенный фильтр “высушивают” дымовой газ и задерживают частицы пыли и сажи. С помощью насоса “P” образец газа через капилляр (сужение в дымовой трубе) подаётся в форкамеру, демпфирующую эффект биения, создаваемый мембранным насосом. На выходе из форкамеры измеряемый газ подаётся в измерительную ячейку, в которой, в зависимости от конструкции прибора, выполняется измерение концентраций O_2, CO, NO, NO_2, и SO_2.

Для измерения уровня тяги используется отходящий дымовой газ, который проходит из зонда напрямую к сенсору давления анализатора, там и происходит измерение тяги.

Температура подающегося на горение воздуха измеряется с помощью зонда температуры, подключённого непосредственно к прибору.

Расчетные формулы (Германия)

Потеря тепла с дымовыми газами

$$qA = \left[(FT - AT) \quad \left[\frac{A2}{(21 - O_2) + B}\right]\right] - XK$$

FT: Температура дымового газа

AT: Окружающая температура воздуха

A2/B: Коэффициенты пересчёта для определённых видов топлива (см. Таблицу)

21: Уровень кислорода в воздухе

O_2: Значение измерения O_2 (округляется в сторону ближайшего целого числа)

XK: Пропорциональный коэффициент, выражающий параметр qA как отрицательное значение, при не достижении точки росы. Данный коэффициент необходимо использовать при выполнении измерений на конденсационных горелках. Если значение температуры точки росы не занижено, то XK ≈ 0.

Факторы для определенных видов топлива

$$qA = f \times \frac{(FT - AT)}{CO_2}$$

Формула Зигерта для расчёта потерь тепла с дымовыми газами. Данная формула используется если факторы для определённых видов топлива A2 и B (для сравнения: см. Таблицу), равных нулю.

Таблица коэффициентов пересчёта для определённых видов топлива

Топливо	A2	B	f	$CO_{2макс.}$
Дизельное топливо	0.68	0.007	-	15.4
Природный газ	0.65	0.009	-	11.9
Сжиженный газ	0.63	0.008	-	13.9
Кокс, Древесина	0	0	0.74	20.0
Прессованный уголь	0	0	0.75	19.3
Битумное покрытие	0	0	0.90	19.2
Антрацит	0	0	0.60	18.5
Коксовый газ	0.6	0.011	-	-
Бытовой газ	0.63	0.011	-	11.6
Поверочный газ	0	0	-	13.0

Количество воздуха L:

$L = \lambda \times L_{мин}$

L: Фактическое количество воздуха

λ: Воздушный коэффициент

$L_{мин}$: Теоретически-необходимое количество воздуха

Количество воздуха

Концентрация углекислого газа (CO_2):

$$CO_2 = \frac{CO_{2макс} \times (21 - O_2)}{21}$$

$CO_{2макс}$: Максимальное значение CO_2 в зависимости от топлива

Концентрация CO_2

Коэффициент избытка воздуха λ:

$$\lambda = \frac{CO_{2макс.}}{CO_2} = 1 + \frac{O_2}{21 - O_2}$$

$CO_{2макс}$: Максимальное значение CO_2 в зависимости от топлива

CO_2: Рассчитанное значение CO_2 в дымовом газе

O_2: Измеренное значение O_2 (округляется в сторону ближайшего целого числа)

21: Уровень кислорода в воздухе

Лямбда

Концентрация неразбавленного угарного газа ($CO_{неразбавл.}$):

$CO_{неразбавл} = CO_{разбавл} \times \lambda$

CO: Измеренное значение CO

λ: Избыток воздуха:

Концентрация неразбавленного CO

КПД системы η:

$\eta = 100 - qA$

qA: Потеря тепла с дымовыми газами

КПД

Расчетные формулы (Великобритания)

Для расчёта приведённых значений используются следующие уравнения:

ЗначениеCO_2: $CO_2 = CO_{2макс} \times \frac{O_{2уст} - O_2}{O_{2уст}}$

$CO_{2макс}$ Для определённых видов топлива
Макс. значение CO_2
$CO_{2уст}$ Содержание кислорода в воздухе
O_2 Измеренное содержание кислорода

Потеря тепла с дымовыми газами:

$$EffG = 100 - \left[\left[\frac{K_{gr} \times (FT - AT)}{CO_2 +}\right]\left[\frac{X \times (2488 + 2.1 \times FT - 4.2 \times AT)}{Q_{gr} \times 1000}\right] + \left[\frac{K1 \times CO}{CO_2 + CO}\right]\right]$$

$$EffN = 100 - \left[\left[\frac{K_{чист} \times (FT - AT)}{CO_2 +}\right]\left[\frac{X \times (210 + 2.1 \times FT - 4.2 \times AT)}{Q_{gr} \times 1000}\right] + \left[\frac{K1 \times Q_{gr} \times CO}{Q_{чист} \times CO_2 + CO}\right]\right]$$

FT: Температура дымового газа

AT: Окружающая температура

K_{gr}, $K_{чист.}$, K_1, Содержание водорода в топливе, H, Влага количество топлива MH_2O, $Q_{gr,}$, $Q_{чист}$, все факторы топлива.

$$\lambda = \left[\frac{O_{2\,уст}}{O_{2\,уст} - O_2} - 1\right] \times 100$$

$$uCO = CO\ (ppm) \times \frac{O_{2\,уст.}}{O_{2\,уст} - O_2}$$

$$rat = \frac{CO\ (ppm)}{CO_2\ (\%) \times 100}$$

Презентация приборов Testo

Измерительные технологии для окружающей среды, систем отопления, вентиляции и кондиционирования, промышленности

Компания Testo AG со штаб-квартирой в г. Ленцкирх/Шварцвальд, была основана в 1957 году. Более 1000 служащих по всему миру разрабатывают, производят и реализуют измерительные технологии по всему миру: портативные электронные измерительные инструменты и сенсоры температуры, влажности, скорости потока, скорости вращения, давления, анализа дымовых газов и воды, уровня шума и освещения.

Инновации

Инновации включают в себя все виды деятельности, направленные на определение и прогнозирование сегодняшних и будущих потребностей наших клиентов Научно-исследовательский и опытно-конструкторский отделы компании Testo превращают данные потребности в продукцию, доступную нашим клиентам по всему миру в правильный момент времени, по правильной цене, и с правильными характеристиками. 70% нашего товарооборота относится к продукции, которая существуют на рынке не более 3 лет, показывая тем самым инновационный потенциал Testo.

Testo по всему миру

Сеть офисов продаж и сервисных центров в Германии предлагает услуги новым и существующим клиентам. Филиалы в Аргентине, Австралии, Бельгии, Бразилии, Франции, Великобритании, Гонконге, Италии, Японии, Корее, Нидерландах, Австрии, Польше, Португалии, Швейцарии, Испании, Чехии, Турции, Венгрии и в США, а с начала 2006 и в России, а также более 40 дилеров занимаются поставками прецизионных измерительных приборов из Ленцкирха на все пять континентов и предоставлением качественных услуг по продукции Testo.

Высокий уровень качества

Число анализаторов дымового газа Testo, находящихся в использовании у наших заказчиков, составляет свыше 100.000. Пользователи в промышленности, бизнесе и контролирующих органах по праву доверяют анализаторам дымового газа Testo, что подчёркивает нашу собственную уверенность в высоком качестве наших продуктов, подтверждённую длительными периодами гарантии.

Увеличенный гарантийный срок

Для анализаторов дымовых газов Testo устанавливает срок гарантии 2 года. С точки зрения потребителя, это означает сокращение цены, принимая во внимание, что стоимость измерительного прибора складывается из следующих двух компонентов:

1) Затраты на приобретение: цена не меняется.
2) Затраты во время эксплуатации, напр., в первые 2 года использования клиент не несет расходов на ремонт или на запасные детали по гарантийным случаям Testo (за исключением работ по техническому обслуживанию или рабочих деталей).
3) Впервые компания testo разработала газоанализторы testo 330 LL со сроком гарантии 4 года и сроком службы 6 лет (сенсоры O_2 и CO).

Квалифицированное обслуживание

Даже по истечении срока гарантии Testo не оставляет своих заказчиков: всемирная служба технической поддержки гарантирует предоставление поддержки в кратчайшие сроки. Testo также предоставляет техническую поддержку для измерительных приборов, срок службы которых превышает 15 лет.

Сертификат ISO 9001

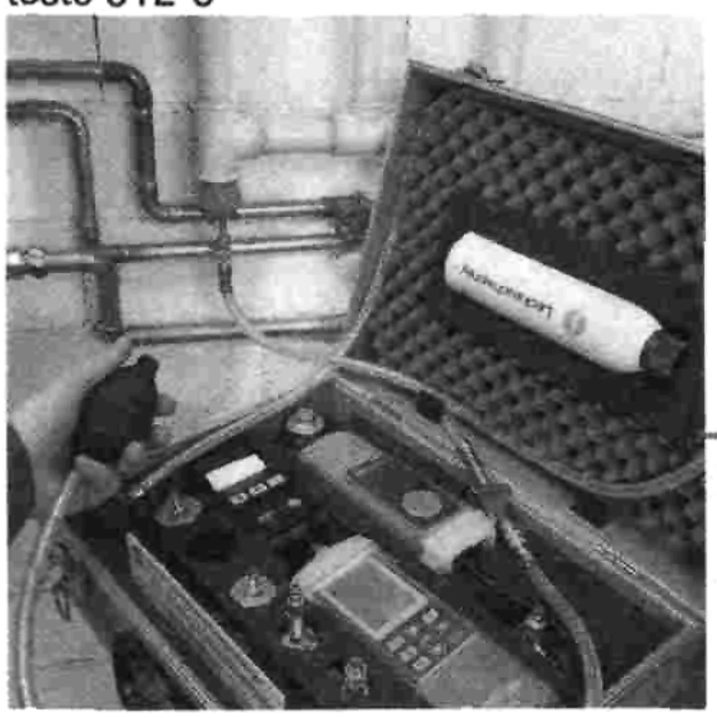
Впервые компания Testo получила первый сертификат качества ISO 9001 в октябре 1992 года, который был подтверждён повторно в 1997 году. Грамотно применяемая и ориентированная на будущее система обеспечения качества гарантирует предоставление заказчику продуктов беспрецедентного качества. Строжайший аудит и сертификация проводились независимой компанией. Germanischer Lloyd. Общественность регулярно контролирует соблюдение стандарта ISO 9001 компанией Testo

Приборы Testo для измерений в системах отопления представлены на следующих двух страницах: При необходимости получения дополнительных сведений используйте форму Запроса сведений на последней странице.

Измерительные приборы Testo на основе технологий измерений в отопительных системах

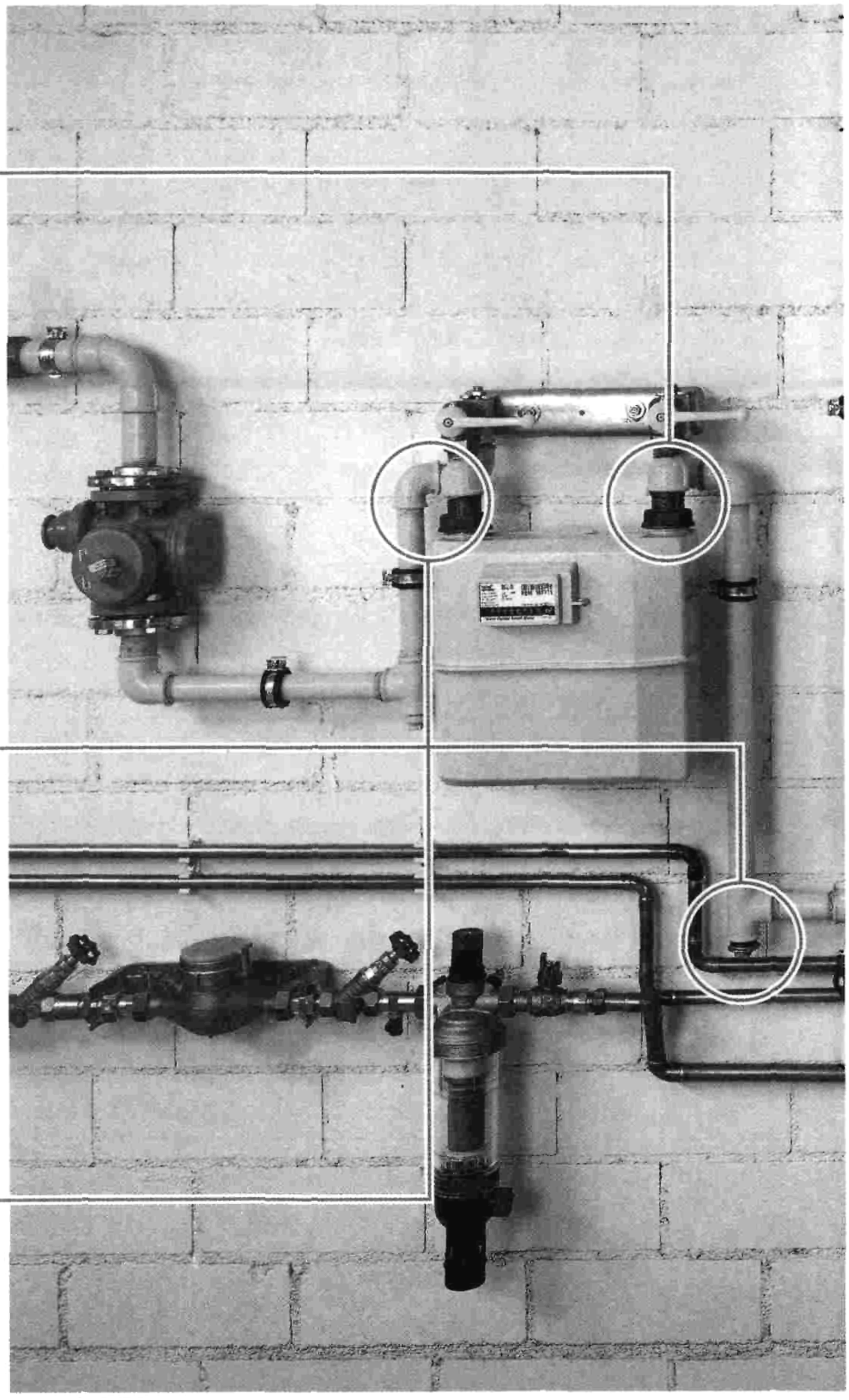
Измерения в газовых трубах

Проведение предварительных тестов с использованием прибора testo 312-3

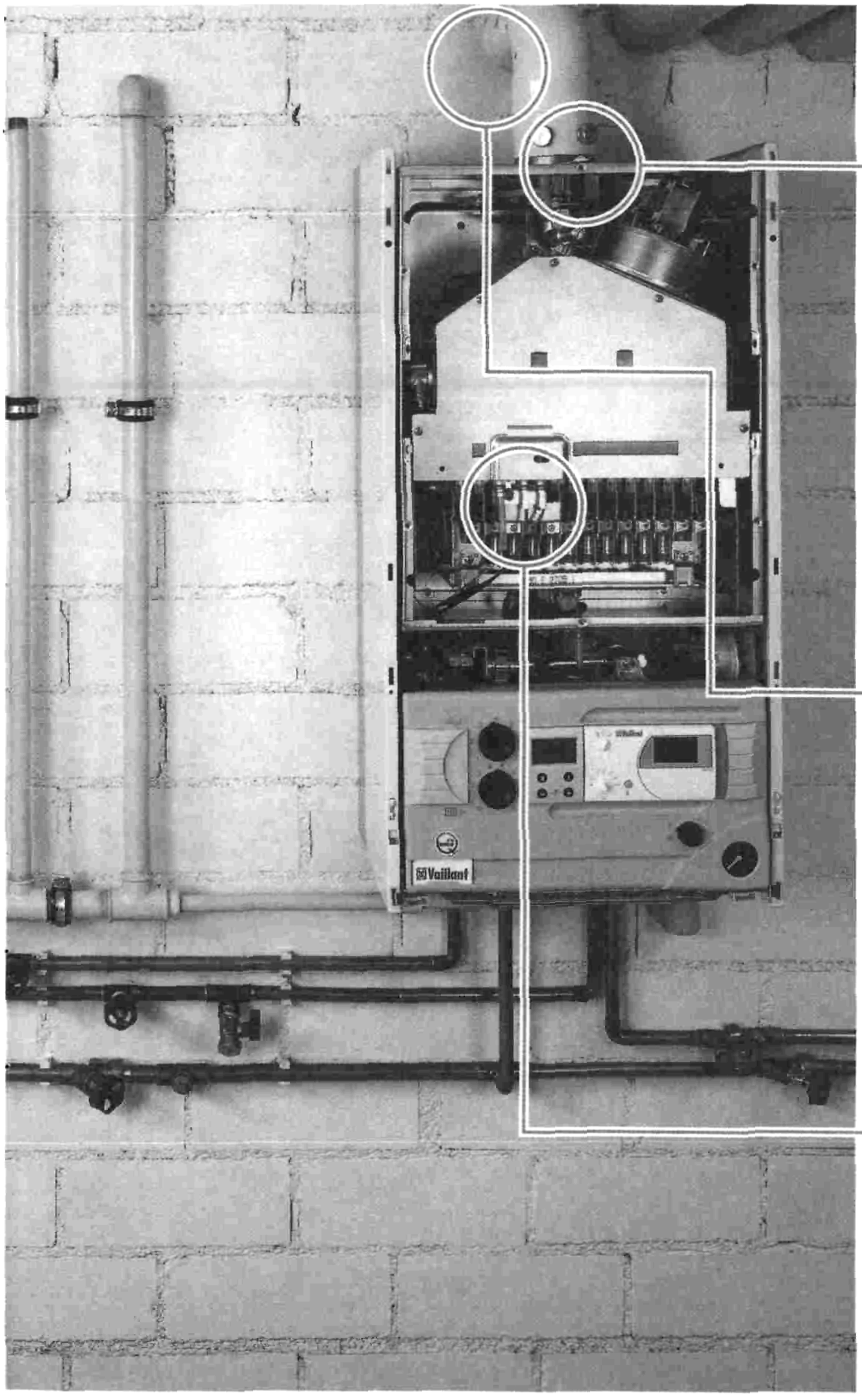


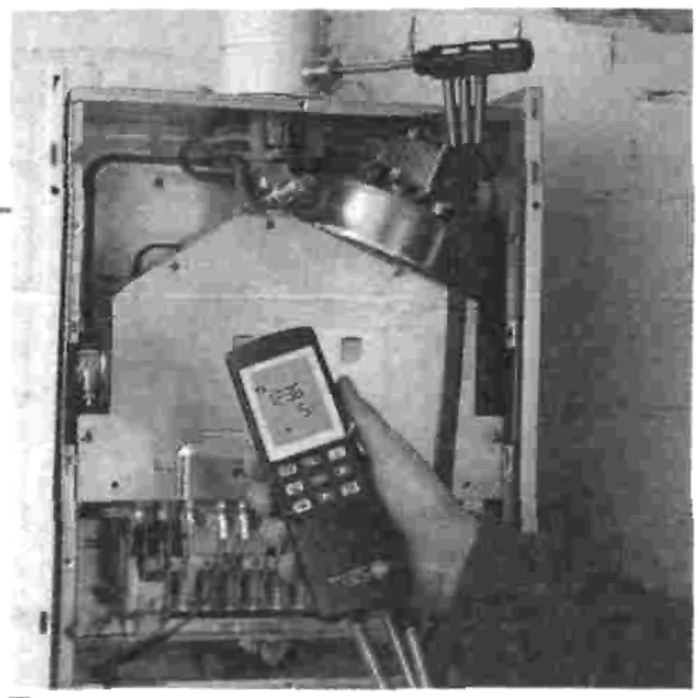
Проведение основных тестов с использованием прибора testo 312-2/3

Обнаружение утечки газа с использованием прибора testo 316

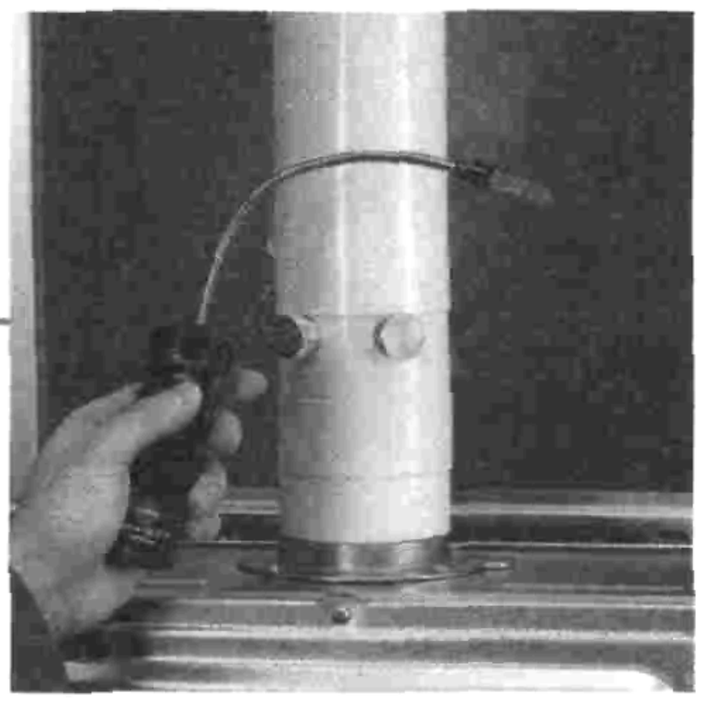


Измерения на отопительных агрегатах





Тест дымовых газов с использованием приборов testo 327, 330-1LL, 330-2LL



Тест утечки дымовых газов с использованием прибора testo 317

Испытание на герметичность с использованием прибора testo 312-1/2

testo 327-1

- Легкое в обращении меню
- 4-х строчный сегментный дисплей на русском языке
- LED подстветка дисплея
- Легкая распечатка через ИК-Порт
- Встроенный конденсатосборник
- Протестирован TUV (°C, O_2)
- Небольшой Литий-Ионный аккумулятор (1200 мАч, ресурс батареи 5 ч) зарядка в инструменте или во внешнем зарядном устройстве
- Быстросъемный одинарный разъем для подключения зонда
- Измерение CO в атмосфере через пробоотборный зонд
- Измерение O_2 в межстенном пространстве дымохода (сохраняемое)
- Раздельное измерение температуры окр. среды
- Измерение CO неразбавленного (сохраняемое)
- Измерение тяги
- Запасной аккумулятор, заряжаемый в приборе или отдельно
- 8 видов топлива в памяти прибора
- Класс защиты IP 40

°C | гПа | O_2 | CO | CO_2 | ΔP | ΔT | КПД | qA | λ

Технические данные		
O_2 измерения	Изм.диапазон	0 - 21 Об.%
CO_2 расчет	Диапазон отобр.	0 до CO_2 max
CO измерения	Изм.диапазон	0 до 4000 ппм
КПД (ETA)	Изм.диапазон	0 до 120 %
Потери тепла	Изм.диапазон	0 до 99.9 %
Тяга/ давление измерения		± 40 гПа
Измерения темп.	Изм.диапазон	-40 до +600 °C

testo 327-2

Дополнительные функции прибора по сравнению с testo 327-1

- Легкая замена измерительных ячеек благодаря специально разработанным сенсорам Testo
- Срок службы сенсоров до 3 лет
- Надежность в работе благодаря функции самодиагностики прибора и сенсоров
- IR & IRDA интерфейсы для легкого считывания
- данных и переноса на ПК, принтер или КПК
- Опция Bluetooth (в разработке)
- Измерение дифференциальной температуры
- Измерение дифференциального давления: 2 изм. диапазона
- Память (20)
- Li-ion аккумулятор (2,400 мА), ресурс 10 ч.
- TUV-протестировано (°C, O_2, опция CO)
- **Опция CO с H_2-компенсацией**

°C | гПа | O_2 | CO | CO_2 | ΔP | ΔT | КПД | qA | λ

Технические данные		
O_2 измерения	Изм.диапазон	0 - 21 Об.%
CO_2 расчет	Диапазон отобр.	0 до CO_2 max
CO измерения	Изм.диапазон	0 до 4000 ппм 0 дот 8000 ппм опция
КПД (ETA)	Изм.диапазон	0 до 120 %
Потери тепла	Изм.диапазон	0 до 99.9 %
Тяга/ давление измерения		± 40 гПа
Измерения темп.	Изм.диапазон	-40 до +600 °C

testo 330-1 LL

Фукнции прибора

- 4 года гарантии на сенсоры O_2 и CO
- Самодиагностика прибора
- ΔT измерения подающей/обратной линии
- Измерения CO в атмосфере
- Измерения $CO_{2в}$ в атомсфере
- Определение утечек с помощью зонд-течеискателя
- ΔP-измерения давления газа
- Определение расхода топлива
- 200 блоков данных в памяти включая № системы.
- IRDA-интерфейс для передачи данных на КПК/ноутбук
- USB-интерфейс для передачи данных на ПК

°C
гПа
O_2
CO
CO_2
ΔP
ΔT
КПД
qA
λ
(NO)опция

Технические данные

Измерение Температуры	Изм. диапазон	-40...+1200 °C
Измерение тяги.	Изм. диапазон	-9.99 ...+40 гПа
Измерение давления.	Изм. диапазон	0...200 гПа
O_2 измерения	Изм. диапазон	0...21 Об. %
CO измерения	Изм. диапазон	0...4000 ппм
КПД	Изм. диапазон	0...120 %
Потери тепла	Изм. диапазон	0...99.9 %
CO_2расчет	Диапазон отобр.	0...CO_2 max
Измерения CO-в окр.среде (с зондом CO)	Изм. диапазон	0...500 ппм
Зонд течеискатель.	Диапазон отобр	0...10.000 ппм CH_4 / C_3H_8
CO_2 в ок.среде (с зондом CO_2 probe)	Изм. диапазон 0...10.000 ппм	0...1 Об. %
NO Измерение(Опция)	Изм. диапазон	0-3000 ппм

testo 330-2 LL

Функции приборы

- 4 года гарантии на сенсоры O_2 и CO
- Самодиагностика прибора
- ΔT измерения подающей/обратной линии
- Измерения CO в атмосфере
- Измерения $CO_{2в}$ в атомсфере
- Определение утечек с помощью зонд-течеискателя
- ΔP-измерения давления газа
- Определение расхода топлива
- Распознавание подключенного зонда
- Обнуление сенсора давления без извлечение зонда из дымохода
- 400 блоков данных в памяти включая адрес и № системы
- IRDA-интерфейс для передачи данных на КПК/ноутбук
- USB-интерфейс для передачи данных на ПК
- ZIV-драйвер

°C
hPa
O_2
CO/H_2
CO_2
iP
iT
Eta
qA
λ
(NO)

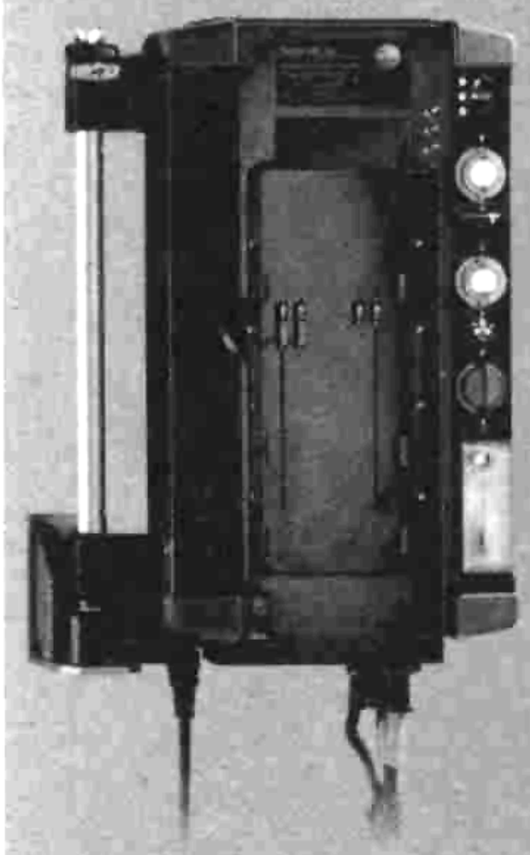
Технические данные

Измерение Температуры	Изм. диапазон	-40...+1200 °C
Измерение тяги.	Изм. диапазон	-9.99 ...+40 гПа
Измерение давления.	Изм. диапазон	0...200 гПа
O_2 измерения	Изм. диапазон	0...21 Об. %
CO измерение (H_2-компенсация	Изм. диапазон (авт разабвление.)	0...8000 ппм 8000...30.000 ппм
КПД	Изм. диапазон	0...120 %
Потери тепла	Изм. диапазон	0...99.9 %
CO_2расчет	Диапазон отобр.	0...CO_2 max
Измерения CO-в окр.среде (с зондом CO)	Изм. диапазон	0...500 ппм
Зонд течеискатель.	Диапазон отобр	0...10.000 ппм CH_4 / C_3H_8
CO_2 в ок.среде (с зондом CO_2 probe)	Изм. диапазон 0...10.000 ппм	0...1 Об. %
NO Измерение(Опция)	Изм. диапазон	0-3000 ппм

testo 300-XXL

Функции анализатора

- Макисмально 4 измерительных сенсора
- Встроенный блок питания и аккумулятор для работы автономно от сети
- *Память данных* (250.000 значение)



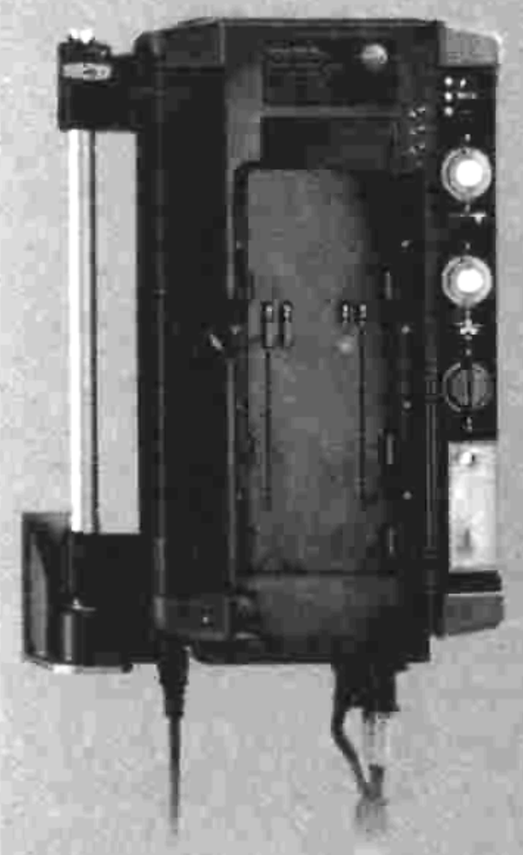
°C
гПа
O_2
CO/H_2
CO_2
ΔP
ΔT
КПД
ϕA
λ
м/сек
м3/ч
(NO)опция
(NO_2)опция
(SO_2)опция

Технические данные	
O2 измерение	0 до 25 Об.%
CO2 измерения	0 до CO_2 max
CO измерения	0 до 10,000 ппм (H2 комп.)
КПД	0 до 120 %
Потери тепла	-20 до 99.9 %
NO измерения	0 до 3,000 ппм(опция)
NO_2 измерения	0 до 500 ппм (опция)
SO_2 измерения	0 до 5000 ппм (опция)
Тяга	-40 до +40 гПа; Разр.: 0.01 гПа
Температура измерение	- 40 до +1200 °C

testo 350-S

Функции анализатора

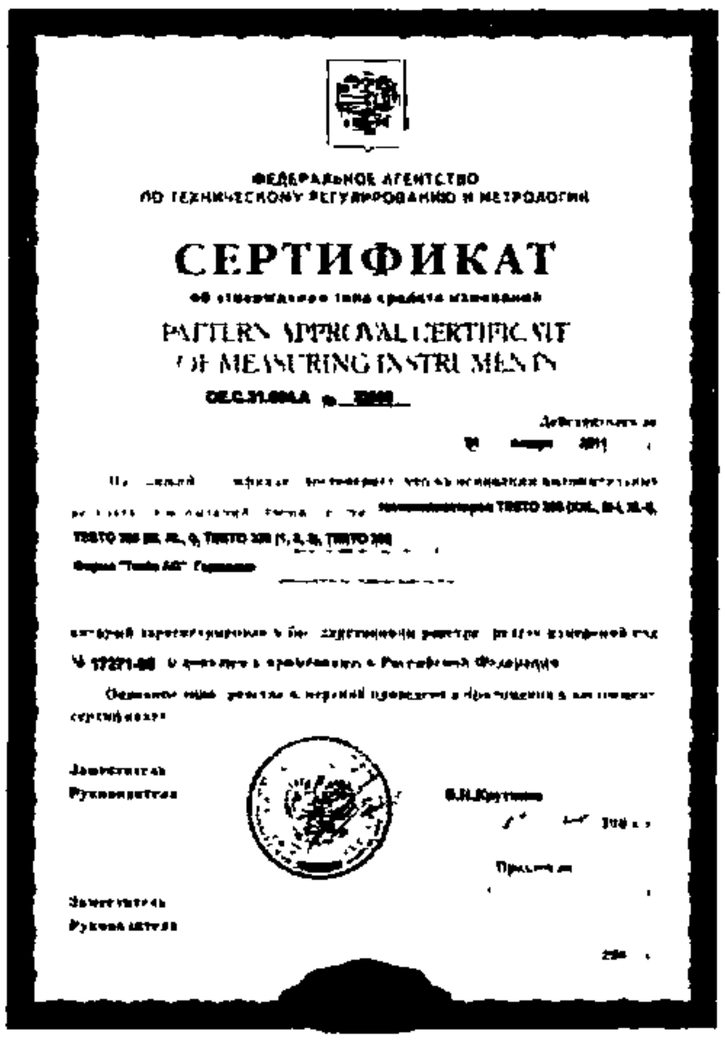
- Макисмально 6 измерительных сенсоров
- Встроенный аккумулятор для работы автономно от
- *Память данных* (250.000 значение)
- Соединение по шине данн Testo



°C
гПа
O_2
CO/H_2
CO_2
ΔP
ΔT
КПД
ϕA
λ
м/сек
м3/ч
(NO)опция
(NO_2)опция
(SO_2) опция

Технические данные	
O2 измерение	0 до 25 Об.%
CO2 измерения	0 до CO_2 max
CO измерения	0 до 10,000 ппм (H2 комп.)
КПД	0 до 120 %
Потери тепла	-20 до 99.9 %
NO измерения	0 до 3,000 ппм(опция)
NO_2 измерения	0 до 500 ппм (опция)
SO_2 измерения	0 до 5000 ппм (опция)
Тяга	-40 до +40 гПа; Разр.: 0.01 гПа
ΔP1	± 80 гПа; Разрешение: 0.01 гПа
Δ P2	± 1000 гПа; Разрешение: 0.1 гПа
Температура измерение	-40 до +1200 °C

Метрологическая Сертификация



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СЕРТИФИКАТ

об утверждении типа средства измерений

PATTERN APPROVAL CERTIFICATE
OF MEASURING INSTRUMENTS

Модели анализаторов дымовых газов **testo 325-M/-I, testo 330-1/-2/-3, testo 300-XXL**, **testo 335**, внесены в Государственный Реестр Средств измерений РФ под номером 17271-5 и допущены к применению в Российской Федерации.
Срок действия сертификата: до 01 января 2011 года.
Межповерочный интервал - 1 год.

Модели анализаторов дымовых газов **testo 350-S/-XL**, внесены в Государственный Реестр Средств измерений РФ под номером 14078-07 и допущены к применению в Российской Федерации
Срок действия сертификата: до 01 мая 2012 года.
Межповерочный интервал - 1 год.

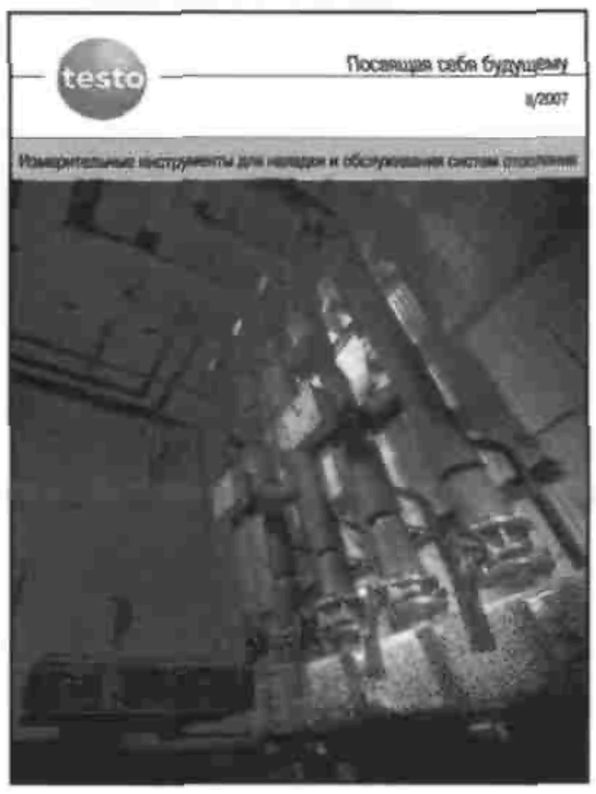
Модели анализаторов дымовых газов **testo 327-1/-2** внесены в Государственный Реестр Средств измерений РФ под номером 36652-07 и допущены к применению в Российской Федерации.
Срок действия сертификата: до 01 января 2013 года.
Межповерочный интервал - 1 год

Возможно проведение Государственной Первичной и Периодической поверки приборов с соответствующими зондами по следующим каналам:

- Измерение концентрации O_2;
- Измерение концентрации NO;
- Измерение концентрации SO_2;
- Измерение концентрации CxHy;
- Измерение температуры;
- Измерение скорости потока воздуха;
- Измерение концентрации CO;
- Измерение концентрации NO_2;
- Измерение концентрации H_2S;
- Измерение концентрации CO_2;
- Измерение дифференицального давления;
- Измерение относительной влажности.

Запросите у нас дополнительную информацию на русском языке:

Ценовой каталог
“Газоанализаторы” 2007



Каталог
Измерительные инструменты
для наладки и обслуживания
систем отопления

Каталог
Измерительные решения
для контроля выбросов и
процессов сгорания

Официальное отделеление testo AG в России
ООО “Тэсто Рус”
117105, Москва, Варшавское ш., стр.1, оф.Э-4-6
Телефон: +7(495)788-98-11
Факс: +7(495)788-98-49
info@testo.ru
www.testo.ru