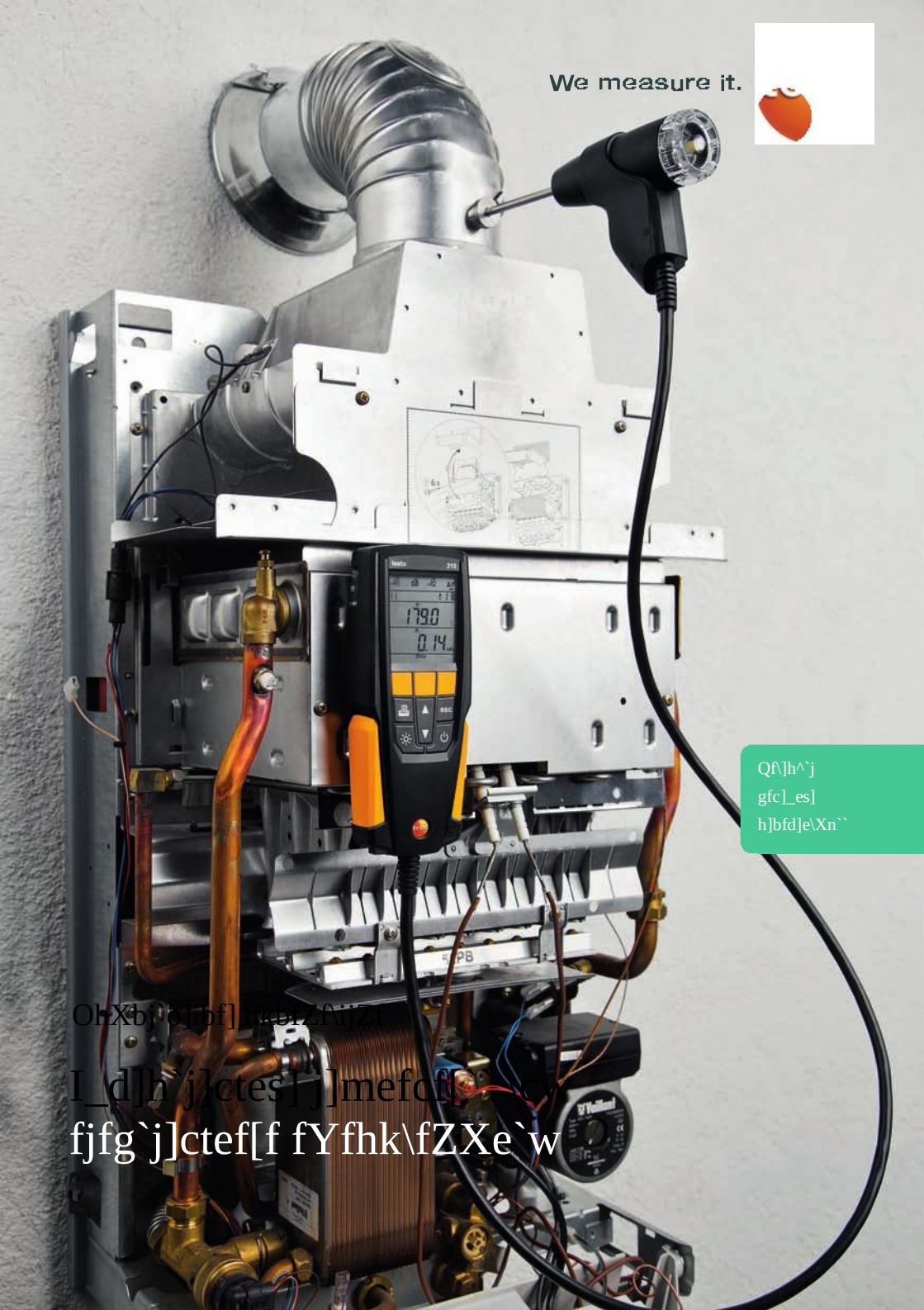
We measure it.



Qf\]h^`j
gfc]_es]
h]bfd]e\Xn``

OhXb]`o]fbf]`j]`ehZfdjZ`

I_d]h`j]ctef[ j]mefcf[ `c`
fjfg`j]ctef[f fYfhk\fZXe`w

Oh]\`icfZ`]

Настоящее руководство предлагает вам краткий обзор параметров, измерительных задач и инженерных решений в секторе наладки и обслуживаниясистемотопления.Руководствовключаетвсебяответы экспертов на часто задаваемые вопросы, возникающие в процессе эксплуатацииприборов.Рекомендацииоснованынаогромномопыте пользователейизмерительныхтехнологийкомпанииTestoповсемумиру.

Данноеруководствопредназначенодлятого,чтобыпредоставитьновым пользователям необходимые сведения об измерении выбросов. Для опытныхспециалистоввобластианализадымовыхгазовданнаяброшюра станетценнымсправочником.

Издание сэкономит ваши время и усилия,затрачиваемые на поиск информациивразныхисточниках.

Мысрадостьюрассмотримвсевашиидеиипожелания.Простонапишите нам по электронной почте на адрес info@toolb.ru или посетите наш официальныйсайтwww.toolb.ru.

Новыеидеиипредложениянайдутсвоедостойноеместовследующем издании.

СоветДиректоровTestoAG

БуркартКноспеЛотарВаллесерМартинВинкле

Qf\]h^Xe`] QjhXe`nX

I. Чтоподразумеваетсяпод“дымовымигазами”? 6
-Единицыизмерения
-Компонентыдымовыхгазов

II. Составтоплива 12

III. Горелки 15

IV. Параметры 19
-Непосредственноизмеряемыепараметры
-Рассчитываемыепараметры

V. Базовыеизмерениядымовыхгазов 24
-Дизельныеигазовыегорелки

VI. ИзмеренияконцентрацииCOдлягазовыхгорелок 30
-ИзмерениеконцентрацииCOватмосфере

VII. РасчётКПД 33
-Длятрадиционныхсистемотопления
-Дляконденсационныхкотлов

VIII. ИзмеренияконцентрацииNO_2длягазовыхгорелок 36

IX. Проверкафункциональностиотопительного оборудования 37
-Проверкагерметичностигазовыхтрактов
-Регулированиепотокаспомощьюдетекторовутечек
-Диагностикасистемпосредствомфиброскопа

X. Настройкагорелок 40
-Малыегорелки
-Низкотемпературныеиконденсационныекотлы
-Газовыесистемыотопления

Qf\]h^Xe`] QjhXe`nX

XI. Проверка герметичностигазопроводныхи водопроводных конструкций в соответствиис положениями DVGW44
-Предварительныетесты
-Основныетесты
-Измерениеобъёмовутечки
-Испытаниегидравлическихтрубопроводовпод давлением
-Обнаружениеутечекгаза

XII. Измерительныетехнологии 49
-Сенсоры
-Принципработыхимического2-хэлектродного сенсора
-Принципработыхимического3-хэлектродного сенсоратоксичныхгазов
-Принципработыполупроводниковогосенсора приизмерениконцентрациигорючихгазов
-Электронныесхемы
-Конструкцияанализаторовдымовыхгазов

XIII. Приложение 56
-Формулы расчёта
-ПрезентацияизмерительныхприборовTesto

Vjf gf\hX_kd]ZX]jiwgf\ :\sdfZsd` [X_Xd`;

Значительноеувеличениеколичествапроцессовсгорания приводит кещёбольшейконцентрациизагрязняющихвеществватмосфере. Прямымипоследствиямиданныхпроцессовявляются образование смога,выпадениекислотногодождя,атакжеучащениеслучаев аллергиисрединаселения.Длятого,чтобыпроизводствоэнергии былосопряженосминимальнымущербомдляокружающейсреды, необходимо в первую очередь уделить внимание вопросу сокращения выбросов в атмосферу. Наиболее эффективным способомсокращенияколичествазагрязняющихвеществвдымовых газахявляетсяоптимальнаянастройкадействующихустановоки прекращениеиспользованиякотлов,отработавшиегазыкоторых являютсяядовитыми.Анализдымовыхгазовпозволяетопределить концентрациизагрязняющихвеществимаксимальноэффективно настроитьсистемыотопления.

F\`e`ns `_d]h]e`w

Наличиезагрязняющихвеществвдымовыхгазахможноопределить по концентрации компонентов газа. Обычно используются следующиеединицыизмерения:

OXhXd]jh:330;

Как и “проценты ()”, данный параметр описывает пропорцию. Проценты–это“количествоХчастейвсотнечастей”,а“ppm”–это “количествоХчастейвмиллионечастей”.Так,например,еслив газовомцилиндресодержится250ppmоксидауглерода(CO),это означает,чтоесливзятьодинмиллиончастицгазаизцилиндра,то 250изэтихчастицбудутчастицамиокисиуглерода.Остальные 999,750частиц–эточастицыдиоксидаазота(NO2)икислорода(O_2). Единицаизмерения“ppm”–этонезависимыйоттемпературыи давленияпараметр,которыйиспользуетсяприизмерениях низких концентраций. В случае с более высокими концентрациями измеряемыепараметрыисчисляютсявпроцентах().Преобра-зованиевыполняетсяследующимобразом:

Единица измерения 330

10000ppm =110ppm =0.001
1000ppm =0.11ppm =0.0001
100ppm =0.01

Концентрация кислорода 21 от объёма будет эквивалентна концентрации,равной210000ppmO_2.

d[Md :d`cc`[hXddfZeXefhdXctesabkYfd]jh;

При использовании единицы измерения мг/Нм^3, стандартный объём (стандартные кубические метры = м^3(н.у.) = Нм^3) используется в качестве контрольной переменной, а масса загрязняющегогазаприводитсявмиллиграммах(мг).Поскольку даннаяединицаизмерениязависитотдавленияитемпературы,то в качестве контрольной единицы используется объём при нормальныхусловиях.Нормальныеусловиясоответствуют:

Температура: 0ТС

Давление: 1013мбар г(Па)

Темнеменее,толькоэтихсведенийнедостаточно,поскольку соответствующие объёмы дымовых газов изменяются в соответствииспропорциональнымсодержаниемвнихкислорода (имеетсяввидуобъёмокружающеговоздуханаединицуобъёма дымовыхгазов).Такимобразом,измеряемыезначенияподлежат преобразованиювопределённыйобъёмкислорода–эталонное содержание кислорода (эталонное содержание O_2). Прямому сравнениюподлежаттолькоданныесодинаковымиэталонными объёмамикислорода.Измеренноесодержаниекислорода(O_2)в дымовыхгазахтакжеявляетсянеобходимымприпреобразовании параметра“ppm”в“мг/м^3”.Формулыпреобразованиядляоксида углерода(CO)иоксидаазота(NO_x)приводятсяниже.

Единица измерения d[Md

$$"d[d = \left[\frac{21-\text{эталонный } O_2}{(21-O_2)}\right] xCO(ppm)x1,25$$

$$!",d[d = \left[\frac{21-\text{эталонный } O_2}{(21-O_2)}\right] x\ 2,05x\ (NO(ppm)+NO_2(ppm))$$

Tfhdkcsgh]fYhX_fZXe`w Z d[d

Используемыевформулахкоэффициентысоответствуют стандартнымзначениямплотностигазоввмг/м^3.

Единицы измерения d[bCjo

:d[bCjo;d`cc`[hXddeXbCjoue]h[``

Дляопределенияконцентрацийзагрязняющихвеществвдымовых газахв“мг/кВт-ч”,расчётыпроизводятсянаосновекоэффи-циентов для заданного вида топлива. Таким образом, для различныхвидовтопливаприменяютсяразличныекоэффициенты преобразования.Коэффициентыпреобразования“ppm”и“мг/м^3” в“мг/кВт-ч”приводятсяниже.Передпреобразованиемвмг/кВт-ч измеренные значения концентраций выбросов необходимо преобразоватьвзначениядлянеразбавленныхдымовыхгазов (содержаниеэталонноговоздуха–0).

Коэффициентыпреобразованиядлятвёрдыхвидовтопливатакже зависятотформыиимеющегосятоплива(ввидецельногоблока, измельчённого топлива, порошка и т.п.). По этой причине используемые коэффициенты топлива подлежат тщательной проверке.

Kx[bf]\`_]ctef]jfgc`Zf : ;		
CO	1ppm =1,110мг/кВт-ч 1мг/м^3=0,889мг/кВт-ч	1мг/кВт-ч =0,900ppm 1мг/кВт-ч =1,125мг/м^3
NO_x	1ppm =1,822мг/кВт-ч 1мг/м^3=0,889мг/кВт-ч	1мг/кВт-ч =0,549ppm 1мг/кВт-ч =1,125мг/м^3
Oh`hf\esa[X_:;:_		
CO	1ppm =1,074мг/кВт-ч 1мг/м^3=0,859мг/кВт-ч	1мг/кВт-ч =0,931ppm 1мг/кВт-ч =1,164мг/м^3
NO_x	1ppm =1,759мг/кВт-ч 1мг/м^3=0,859мг/кВт-ч	1мг/кВт-ч =0,569ppm 1мг/кВт-ч =1,164мг/м^3

Рис.1:Коэффициентыпреобразованиядляединицизмерения энергии

Jfdgfe]ejs \sdfZsm [X_fZ

Ниже приводятся компоненты дымовых газов в порядке уменьшенияихконцентрациивдымовыхгазах.

A_fj!

Азот

Азот(N_2)–основнойкомпонент(79об.)воздуха,которыммы дышим.Газбезцвета,запахаивкуса,неучаствующийвпроцессе сгорания. Этот газ нагнетается в котёл в качестве балласта, нагреваетсяиперекачиваетсявдымоход.

Типичноесодержаниевдымовыхгазах:
Дизельные/газовыегорелки:78-80

S[c]b`icsa[X_"

Углекислый газ

Углекислый газ – это газ без цвета и запаха с кисловатым привкусом. Под воздействием солнечного света растения с зелёным пигментом листьев - хлорофиллом - преобразуют углекислыйгаз(CO_2)вкислород(O_2).Впроцесседыханиялюдей и животных происходит обратный процесс - преобразование кислорода(O_2)вуглекислыйгаз(CO_2).Этоприводиткравновесию, которое нарушается при наличии газообразных продуктов сгорания,врезультатечегоусиливаетсяпарниковыйэффект. Предельное пороговое значение составляет 5000 ppm. Концентрациисвыше15отобъёма(150000ppm)вызывают быструюпотерюсознания.

Типичноесодержаниевдымовыхгазах:
Дизельныегорелки:12.5-14
Газовыегорелки:8-11

Cf\wefagXhZcX^efijt

Водород

Содержащийсявтопливеводородсоединяетсяскислородом,в результатечегообразуетсявода(H_2O).Изтопливаонвыходит вместе с водой и подаваемым на горение воздухом в виде содержащейсявдымовыхгазахвлаги(привысокихзначениях температурыдымовыхгазов)иливидеконденсата(принизких значенияхтемпературыдымовыхгазов).

J`icfhf\"

Кислород

Остаточныйкислород,неиспользованныйвпроцессесгорания ввиду избыточного воздуха, “отходит” в виде газообразных дымовыхгазовииспользуетсядляполноты(эффективности) сгорания.Онтакжеиспользуетсядляопределенияпотерьтепла сдымовымигазамиисодержанияуглекислогогаза.

Типичноесодержаниевдымовыхгазах:
Дизельныегорелки:2-5
Газовыегорелки:2-6

Nbi`\k[c]hf\X"

Оксид углерода

Оксидуглерода–этосодержащийсяввоздухеядовитыйгазбез цветаизапаха,являющийсяпродуктомнеполногосгорания.При высокихконцентрацияхугарныйгазпрепятствуетпоступлению вкровькислорода.Так,например,присодержаниивоздухе помещения700ppmCOвдыханиетакоговоздуханапротяжении 3часовприводитклетальномуисходу.Предельноепороговое значениесоставляет50ppm.

Типичноесодержаниевдымовыхгазах:
Дизельныегорелки:80–150ppm
Газовыегорелки:80–100ppm

Nbi`\sX_fjX!"

Оксид азота

Привысокихзначенияхтемпературы(процесссгорания)азот(N_2), присутствующий в топливе,образует связь с кислородом, содержащемсяввоздухе(O_2),врезультатечегоформируется оксидазота(NO).Спустянекотороевремяданныйбесцветный газокисляетсяподвоздействиемкислорода(O_2),врезультате чегообразуетсядиоксидазота(NO_2).NO_2–этоводорастворимый дыхательныйяд,вызывающийтяжёлоепоражениелёгкихпри вдыханиииспособствующийобразованиюозонаподвоздейст-виемультрафиолетовогоизлучения(солнечногосвета).Компо-нентыNOиNO_2называютсяоксидамиазота(NO_x).

Типичноесодержаниевдымовыхгазах:
Дизельные/газовыегорелки:50–100ppm

E`fbi`\i]hs%"

Диоксидсеры(SO_2)–этобесцветныйитоксичныйгазсрезким запахом. Этот газ образуется при наличии в топливе серы. Предельноепороговоезначениесоставляет5ppm.Сернистая кислота(H_2SO_3)образуетсяврезультатесоединениясводой(H_2O) илисконденсатом.

Диоксид серы

Типичноесодержаниевдымовыхгазахдлядизельныхгорелок:
180–220ppm

Более подробные сведения об измерении концентраций SO_2 приводятсявтехническомруководствеTesto,“Анализдымовых газоввпромышленности”,(Uзаказа09812773).

Примечание

M]i[fhX]ds]k[c]Zf\fhf\s

Несгораемые углеводороды (HC) формируются в результате неполногосгорания и способствуютобразованию парникового эффекта.Вдануюгруппувходятметан(CH_4),бутан(C_4H_{10})и бензол(C_6H_6).

Несгораемые углеводороды

Типичноесодержаниевдымовыхгазахдлядизельныхгорелок:
<50ppm

QX^X

Сажа–это(практически)чистый углерод(C),образующийся в результатенеполногосгорания.

Сажа

Типичноесодержаниевдымовыхгазахдлядизельныхгорелок:
сажевоечисло0или1

RZxh\s]oXij`ns

Твёрдые частицы (пыль) – это мелкие сухие вещества, пере-даваемыеповоздуху.Такиечастицымогутбытьсамойразличной формыиплотности.Твёрдыечастицыобразуютсяизпеплаи минеральныхкомпонентовтвёрдыхвидовтоплива.

Твёрдые частицы

QfijXZ jfgc`ZX

Основныекомпонентытоплива–этоуглерод(C)иводород(H_2).В результатесгорания этихвеществрасходуетсякислород(O_2). Данныйпроцессназывается окислением.Изкомпонентовв воздуха, идущегонагорение,итопливаобразуются новые соединения.

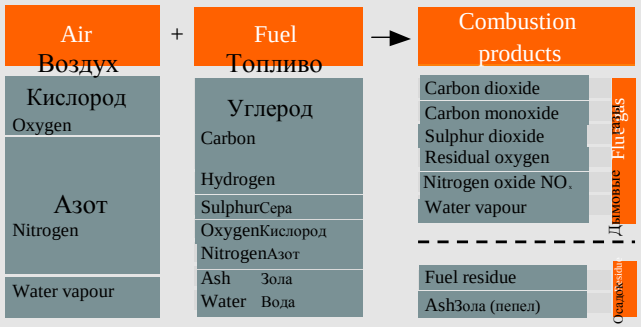
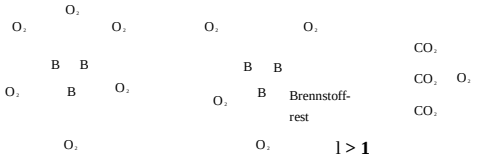


Рис.2:Составдымовыхгазов

Воздух,подаваемыйнагорение,состоитизкислорода(O_2),азота (N_2)инебольшогоколичествоостаточныхгазовипаровводы. Теоретическийобъёмвоздуха,требуемыйдляполногосгорания ($Л_{мин}$),оказываетсянедостаточнымнапрактике.Длядостижения оптимальнойэффективностисгорания необходимо обеспечить подачубольшегоколичествавоздуханатепловойгенератор,чем требуетсятеоретически.Соотношениемеждуфактическими теоретическинеобходимымколичествомвоздуханазывается “коэффициентомизбыткавоздуха”,λ (“лямбда”).Максимальная эффективностьсгорания достигается при небольшомизбыточном количествевоздуха,когдасоотношениенесгоревшеготопливаи потерь тепла с дымовыми газами является минимальным. Следующая модель процесса сгорания ярко демонстрирует вышесказанное:



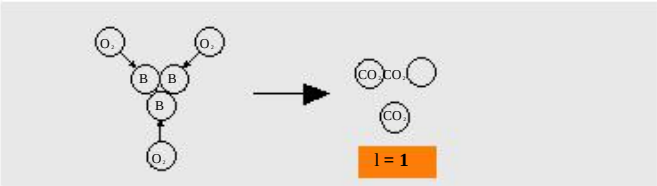


Рис.3:Идеальныйпроцесссгорания

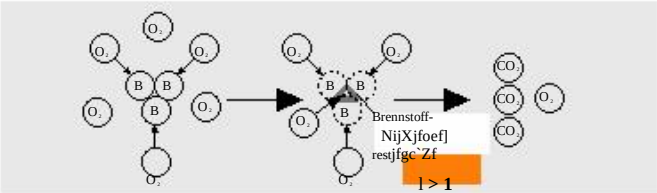


Рис.4:Реальныйпроцесссгорания

C`\sjZxh\f[fjfgc`ZX

К видам твёрдого топлива относятся каменный уголь, битуминозный уголь, торф, древесина и солома. Основными компонентами данных видов топлива являются углерод (C), водород(H_2),кислород(O_2)инебольшоеколичествосеры(S)и воды(H_2O).Твёрдыевидытопливаклассифицируютсявосновном по теплотворной способности; наивысшей теплотворной способностьюобладаетуголь,затемидутбитуминозныйуголь, торф и древесина. Основной проблемой при использовании данныхвидовтопливаявляетсяобразованиебольшогоколичества пепла,твёрдыхчастицисажи.Для“отсеивания”данныхотходов требуетсяналичиесоответствующихмеханическихприспособ-лений(например,колосниковойрешётки).

Жидкое топливо

C`\s^`\bf[fjfgc`ZX

Жидкое топливо извлекается из нефти. Нефть проходит различные стадии переработки на нефтеперерабатывающих предприятиях,в результате чего получают лёгкое, среднее и тяжёлоежидкоетопливо.Лёгкоеитяжёлоетопливоиспользуется в основном для систем отопления. Лёгкое топливо широко используется в малых топливосжигающих установках в промышленности;спектрегоприменениеидентичнприменению дизельного топлива (окрашенное дизельное топливо). При применениитяжёлогожидкготопливапоследнееподвергается нагреваниюсцельюдостижениежидкогосостояния.Длялёгкого жидкоготопливанагреваниянетребуется.

Газообразноетопливо

DX_ffYhX_ef]jfgc`Zf

Газообразноетопливо–этосмесьгорючихинегорючихгазов.К горючимкомпонентамгазаотносятсяуглеводороды(например, метанибутан),угарныйгаз(CO)иводород(H_2).Газообразное топливо,используемоедляотоплениянасегодняшнийдень,это природныйгаз,основнымкомпонентомкоторогоявляетсяметан (CH_4). Небольшое количество жилых домов (10) до сих пор снабжаютсябытовымгазом,основнымикомпонентамикоторого являютсяводород(H_2),угарныйгаз(CO)иметан(CH_4).Однако теплотворнаяспособностьбытовогогазавдваразаниже,чем теплотворнаяспособностьприродногогаза.

Dfh]cb`

Oh`en`ghXYfjs[fh]cb`

Горелка в сочетании с теплообменником используется для производстватепла.Этоозначает, чтогорячиедымовыегазы,нагреваемыепламенемгорелки,всвою очередь нагревают воду в отопительномзмеевике,которая затем подаётся по трубам в качестве“теплоносителя”(теплопередающейжидкости)различным точкампотребления(например,в батареи).

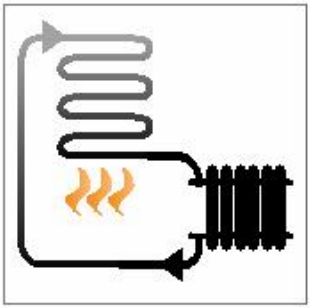


Рис. 5: Принцип работы горелки исистемыотопления

RZxh\fjfgc`Zes]bfjcs

В случае с твёрдотопливными котлами следует различать системы,гдевкачестветопливаиспользуетсядревесина,уголь, коксилипрессованныйуголь.Втвёрдотопливныхкотлах80 воздуха,идущегонагорение,требуетсянепосредственнодля самогопроцессасгорания.20идущегонагорениевоздуха (вторичноговоздуха)подаетсявотработавшиегазы,получаемые впроцессесгорания,чтообеспечиваетоптимальныйпроцесс горения.Вторичныйвоздухтребуетпредварительногоподогрева воизбежаниеохлажденияядымовыхгазов(неполноесгорание).

Твёрдотопливные котлы

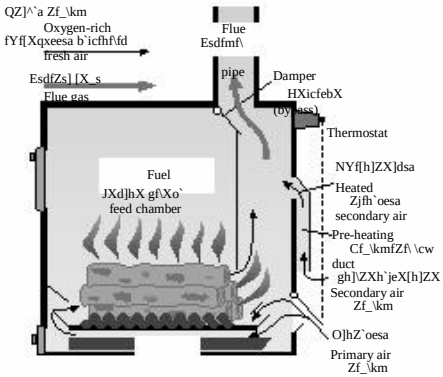


Рис.6:Простая колосниковая печь

Ajdfil]hes][X_fZs][fh]cb`

Атмосферные газовыегорелки

Основноепреимуществогазовыхгорелоксостоитвтом,чтов процессесгораниявтакихгорелкахнеобразуетсяшлаков,что даетвозможностьэкономиипространствазасчёткамерподачи топлива.Вчастности,прииспользованииатмосферныхгазовых горелокзасчётвыталкивающейсилыдымовыхгазовпроисходит всасываниеисмешиваниевоздуха,подаваемогонагорение,в камересгорания.Топливо-воздушнаясмесь,сжигаемаявкамере сгорания,отдаёттеплочерезтеплопроводящиеповерхности,а дымовойгазотводитсячерезрегуляторрасходавдымоотвод. Задачауправлениянотокомсостоитвтом,чтобыпредотвратить возможностьвлияниянапроцесссгораниявгорелкезасчёт поступлениядымовыхгазовилиобратнойтяги.

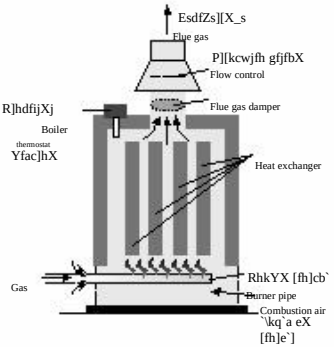


Рис.7:Отопительныйкотел с атмосферной горелкой

Q`ij]dsfjfgc]e`wi\`_]ctesd``c`[X_fZsd`
[fh]cbXd`igh`ek\`j]ctefajw[fa

Газовыегорелкис принудительнойтягой

Приэксплуатацииданноговидаотопительногооборудования топочный воздух подаётся в пламя горелки с помощью нагнетателя. Поскольку современные дизельные и газовые горелкиимеютпрактическиидентичнуюконструкцию,товгазовой отопительнойсистемеможно,например,использоватьсочетание дизельных и газовых горелок с принудительной тягой. Преимущество горелок с принудительной тягой состоит в независимости от тяги дымовых газов, меньшему сечению дымохода, более стабильному процессу сгорания и более высокому КПД. Тем не менее, у них имеется недостаток, состоящийвболеевысокойэнергоёмкостисистемы.

Jfe\]eiXn`fees]i`ij]ds

В отличие от низшей теплотворной способности, высшая теплотворнаяспособность–этоколичествоэнергии,получаемое входеполногосгораниятопливавсоотношенииколичеству используемоготоплива.Низшаятеплотворнаяспособность–это количествотеплотыпараводы,выделяемоевпроцессесгорания, минусколичествотеплотыпарообразования.Поэтойпричине значениевысшейтеплотворнойспособности–принципиально выше значения низшей теплотворной способности. В конденсационныхсистемахиспользуетсявторойтеплообменник для обеспечения сочетания теплоты конденсации с теплотой сгорания. Значения температуры дымового газа в конденсационных приборах – значительно ниже обычных температурных значений в традиционных системах. Конденсационныесистемыработаютпритемпературахниже стандартных температурных значений дымовых газов отопительных систем. Дополнительная (скрытая) теплота выделяетсязасчётконденсациипараводывдымовыхгазах. Температура,нижекоторойсодержаниевлагивдымовыхгазах превращается в конденсат, называется температурой конденсацииилиточкойросы.Уразныхвидовтопливаточкиросы различныисоставляютпримерно+58ТСдляприродногогазаи примерно +48 ТС – для дизельного топлива. Точка росы для природногогазадостигаетсябыстрееприохлажденииидымовых 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 технологиипреимущественноиспользуетсягаз,поскольку при горениидизельноготопливавыделяетсядвуокисьсеры(SO_2), преобразуемый частично в конденсат сернистой кислоты. Принимая во внимание образующийся конденсат, система дымовыхгазовдолжнаотличатьсяустойчивостьюквоздействию влагиикислоты.

Конденсационные системы

Практические сведения

= Ofibfctbkue]h[`w`_d]hw]jiwbXbe`_pXw j]gcfjZfheXwigfifYefijt_eXo]e`]JOEdf^]j YsjtYfc]]

= Bk\tj]Ze`dXj]ctesgh``_d]h]e`wm!"¸ ghfgfhn`feXctef]iffjefp]e`]!"b!" df^]j \fij`[Xjt

!"¸e]fYmf\`dfZsgfce`jtfj\]ctes]_Xd]hs bfen]ejhXn`a!"`!"

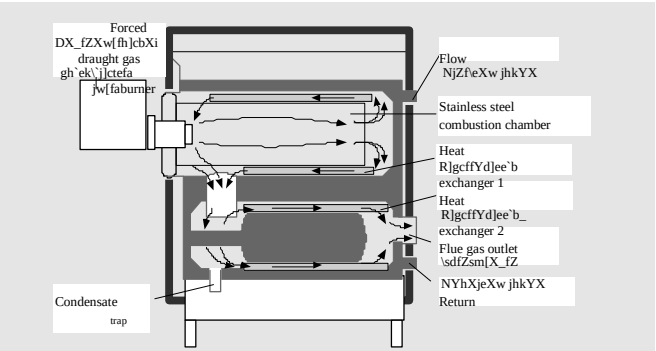


Рис.8:Конструкциягазовогоконденсационногокотла

'OXhXd]jhs

M]gfih]\ijZ]eef`_d]hw]ds]gXhXd]jhs

QX^]Zf]o`icf

Сажевое число

Сажевоечислоопределяетсяспомощьюприбора,схожегос велосипеднымнасосом.Определённоеколичестводымовыхгазов прокачиваетсячерезбумажныйфильтропределённоеколичество раз.Степеньчернотыполученнойточкинабумажномфильтре сравнивается с различными значениями шкалы серых тонов. Полученноесажевоечисло(поБакараку)можетбытьот0до9. Длягазовыхгорелоксажевоечислонеопределяется.

M]lj]ghf\kbjsfiX\b`e]lj]ghf\kbjfZ

Продуктынеполного сгорания

Принеполномсгораниипопричиненедостаточногораспыления несгоревшие углеводороды (HC) формируют отложения на бумажномфильтре,используемомдляопределениясажевого числа. Такие отложения можно обнаружить визуально, а их наличие–показатьсиспользованиемрастворителя(ацетона).

R]dg]hXjkhXfbhk^Xvq][fZf_\kmX&

Температура окружающего воздуха

Температура окружающеговоздуха измеряется на входе горелки. При использованиинезависимыхотокружающего воздуха горелок температура измеряется в определённой точкеподающейтрубы.

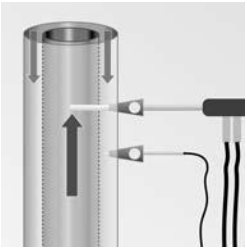


Рис.9:Измерениетемпературы вдымоходе

R]dg]hXjkhX\sdfZsm[X_fZZ[fhwo]ajfob]

Температурадымовых газов

Температурадымовыхгазовизмеряетсявгорячейточке дымовыхгазов.Вэтойточкеимеетместонаиболеевысокая температураиконцентрацияуглекислогогаза(CO_2)исамый низкийуровеньсодержаниякислорода(O_2).

CsjXcb`ZXvqXwi`cXjw[X\sdfZsm[X_fZ

Тяга

Всистемахсестественнойтягойвыталкивающаясилаилитяга дымовыхгазовявляетсяосновнымфактором,обуславливающим прохождениедымовыхгазовчерездымоход.Поскольку плотность горячихотработавшихгазовнижеплотностихолодноговнешнего воздуха, в дымовой трубе создаётся частичный вакуум. Это называется тягой. В результате тяги происходит всасывание окружающеговоздухаипреодолениесопротивленийсистемыи дымовой трубы. В системах под давлением соотношением давленийвдымовойтрубеможнопренебречь,поскольку вданном случаегорелкаспринудительнойтягойсамостоятельносоздаёт давление,необходимоедляотводадымовыхгазов.Вустановках данного типа можно использовать дымовую трубу меньшего диаметра.

Nbi`\sX_fjX!"

Оксиды азота

Измерениесодержанияоксидовазота–этоспособпроверкимер по обеспечению эффективности сгорания, направленных на сокращениевыбросовоксидовазотагорелками.Термин“оксиды азота”(NO_x)означаетобщееколичествомоноксидаазота(NO)и диоксида азота (NO_2). В малых горелках (в отличие от конденсационныхкотлов)соотношениеNOиNO_2всегдаостаётся постоянным(97NOи3NO_2).Такимобразом,содержание оксидов азота (NO_x) обычно рассчитывается по показаниям измерений содержания моноксидаазота(NO).Принеобходимости получения точных результатов измерений содержания NO_x проводятсязамерысодержаниямоноксидаазота(NO)идиоксида азота(NO_2),аполученныепоказанияскладываются.

EXZc]e`]gfjfbX

Давление

Припроверкегазовыхгорелокнеобходимоизмерятьдавление потокагазавподающейтрубе,аполученноезначениесравнивать созначением,указаннымпроизводителем.Дляэтогопроводится измерениедифференциальногодавления.Полученныезначения дифференциальногодавленияиспользуютсядлярегулировки давлениях форсунок газовыхкотлов/горелок,приэтомомощность установки“подгоняется”подтребуемоеколичествовыделяемого тепла.

PXiio`jsZX]ds]gXhXd]jhs

Основные формулы, на основе которых рассчитываются следующиепараметры,включаякраткиепояснения,приводятся вПриложении.

Ofj]h`j]gcXi\sdfZsd`[X_Xd`4 hXioxjsgfe]d]nb`dijXe\XhjXd

Потеритепласдымовымигазами–эторазницамеждууровнем теплотыдымовыхгазовиуровнемтеплотывоздухаокружающей средыотносительнонизшейтеплотворнойспособноститоплива. Такимобразом,этоизмерениеуровнятеплотыдымовыхгазов, проходящих по дымоходу. Чем выше уровень потерь тепла с газами,темнижеКПДи,соответственно,степеньиспользования энергии, что в результате приводит к повышенному уровню выбросовнагревательнойустановки.Поэтойпричиненеобходимо сокращатьпотеритепласдымовымигазамивгорелках.Определив содержаниекислородаиразницутемпературдымовыхгазови воздухаокружающейсреды,можнорассчитатькоэффициенты потерьтепласдымовымигазамидляопределённыхвидовтоплива. Вцеляхпроведенияpасчётоввместосодержаниякислородаможно использовать концентрацию углекислого газа (CO_2). Замеры температуры дымовых газов и содержания кислорода или углекислогогаза(CO_2)следуетпроизводитьодновременноводной итойжеточке.Оптимальнаянастройкасистемыотпленияна основе расчётов потерь тепла с дымовыми газами является гарантиейположительныхрезультатов.

Потеритеплас дымовымигазами

1потерьтепласдымовымигазами=1доп.топливаили

Потери энергии/год = Потери тепла с дымовыми газами/ потреблениетоплива/год

Длянаглядностиприводимследующийпример:

Рассчитанныйуровеньпотерьтепласдымовымигазами =10
Потреблениетоплива/год=3000лллёгкогодизельноготоплива
Потериэнергиисоответствуетпримерно300лллёгкого дизельноготоплива/год

Jfen]ejhXn`wk[c]b`icf[f[X_X"

Уровень концентрации углекислого газа в дымовых газах указывает на эффективность работы горелки. Наивысшее содержаниеCO_2снебольшимколичествомизбыточноговоздуха

(полное сгорание) говорит о минимальных потерях тепла с дымовыми газами. Для каждого вида топлива существует максимальновозможныйуровеньсодержанияCO_2вдымовых газах(CO_2макс.),определяемыйпохимическомусоставутоплива, которыйнельзяполучитьнапрактике.

Углекислыйгаз

ЗначенияCO_2макс.дляразличныхвидовтоплива:

-Лёгкоедиз.топливо	15,4об.CO_2
-Природныйгаз	11,8об.CO_2
-Уголь	18,5об.CO_2

ЗначенияCO_2макс.иуровеньсодержаниякислородавдымовых газахмогутбытьиспользованыдлярасчётаконцентрацииCO_2в дымовыхгазах.

Jfull`n`]ej`_YsjbXZf_\kmX λ

Лямбда (λ)

Необходимый для процесса сгорания кислород подаётся в установку системы из воздуха окружающей среды. Для обеспечения полного сгорания требуется гораздо большее количествокислорода,нежелипредусмотренотеоретически. Соотношениеизбыточноговоздуха,идущегонагорение,итеоретическинеобходимогоегоколичествоназываетсякоэффициентом избыткавоздухаλ (Лямбда).

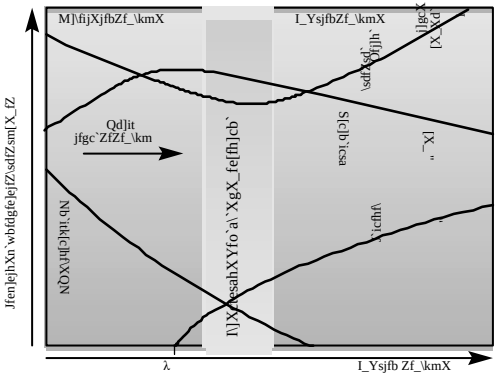


Рис.10:Диаграмма процесса сгорания

Коэффициентизбыткавоздухаопределяетсяпоконцентрациям CO, CO_2и O_2. Эти соотношения представлены на Диаграмме процессасгорания(см.Рис.10).Впроцессесгораниякаждыйиз уровнейCO_2соответствуетопределённомууровнюCO(принедостаткевоздуха/ λ<1)илиуровнюO_2(приизбыткевоздуха/ λ>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 (н.у.) на сегодняшний день является предпочтительным определение уровня O_2. Для каждого вида топлива существует отдельная диаграмма и соответствующее значение CO_2 макс. (см. Приложение).

NYq`aJOE

КПД

Общий КПД – это КПД, рассчитанный на основе анализа только удельной теплоты дымовых газов при отсутствии в последнем паровводы. Таким образом, в расчёт принимается только низшая теплотворная способность топлива.

QkddXhesaJOE

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

R]dg]hXjkhXjfob`hfis

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 образующаяся жидкость – конденсат. 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 температуры точки росы воздуха при уровне влажности 30 составляет примерно 70 ТС, а для сухого воздуха при уровне влажности 5 – всего 35 ТС.

Рис.11: Зависимость влагосодержания воздуха от температуры точки росы (давление воздуха: 1013 мбар)

'BX_fZs] `_d]h]e`w \sdfZsm [X_fZ E`_]ctes]`[X_fZs][fh]cb`

Шаг 1

I_d]h]e`]j]dg]hXjkhsfbhk^Xvq]aih]\s

Зонд отбора пробы устанавливается на входе горелки, и производитсязамертемпературыокружающеговоздуха.Полученное значение температуры сохраняется или измеряется непрерывноспомощьюспециальногозондатемпературы.Данное значениетемпературынеобходимодлярасчётапотерьтеплас дымовымигазами.

Рис.12:Измерениетемпературывоздуха,идущегонагорение

Шаг 2

I_d]h]e`]gfj]htj]gcXi\sdfZsd`[X_Xd`4

Зонд отбора пробы устанавливается в дымоотвод через специальноеотверстие.Цельизмеренийсостоитвопределении “горячейточки”,т.е.точкиснаивысшейтемпературойдымовых газов.Дляустановкизондаотборапробывтребуемомположении используются специальные механические устройства. Температурадымовыхгазовизмеряетсячерезизмерительный наконечникгазоотборногозонда.Спомощьюмембранногонасоса дымовойгаз“всасывается”черезэондотборапробыиподаётся ванализатор.Замерконцентрациикислорода(O_2)выполняется тольководнойточке,втовремякакконцентрацияуглекислого газа(CO_2рассчитываетсянаосновезначения,полученногов

ходе вышеописанного измерения. Расчёт потерь тепла с дымовымигазами(qA)ванализатореосуществляетсяна основе значений$T_{атм}$,$T_{дым.газ.}$,O_2 илиCO_2.Полученноезначениепотерь тепласдымовымигазамиокругляетсявсторонуувеличения. Десятичныезначениядо0,50округляютсявсторонууменьшения, азначениявыше0,50–всторонуувеличения.

Рис.13:Определениеуровняпотерьтепласдымовымигазами

Oh`o`eXh]_bf[fie`^]e`wj]dg]hXjkhs\sdfZsm[X_fZ df^]jifijfwjtZic]\kvq]d

OfgX\Xe`]bfe\]eiXjXeXj]hdfgXhki]eifh] j]dg]hXjkhsgh`Z]hj`bXctefdhXigfcf^]e``_fe\X fjYfhXghfYs

P]p]e`]_fe\fjYfhXghfYsic]\k]jkijXeXZc`ZXjt [fh`_fejXctef\cwfY]ig]o]e`wZf_df^efij`k\Xc]e`w `c`ij]bXe`wbfe\]eiXjX

Oh`o`efaic`pbfdZsifbf[fkhfZewgfj]htj]gcXi \sdfZsd`[X_Xd`df^]jwZ`jtiwic]\kvq]]

M]Z]hef]_eXo]e`]j]dg]hXjkhsfbhk^Xvq]aih]\s gfcko]eef]Zmf\]bXc`YhfZb`i`igfct_fZXe`]d_fe\X fjYfhXghfYsP]bfd]e\Xn`wZsgfce`j]_Xd]hsi `igfct_fZXe`]dfj\]ctesmj]dg]hXjkhesm_fe\fZ

M]Z]hes]eXijhfab`\cw`igfct_k]df[fZ`\Xjfgc`ZX

O]h]gX\sj]dg]hXjkhs:[fhwo]ajfob`;Xjdfil]hesm [X_fZsm[fh]cfbWjfZ_eXo`j]ctefaij]g]e`_Xjhk\ew]j ghfn]iiZsgfce]e`wbfejhfctesm_Xd]hfZ

Ввиду погрешности измерений при различных настройках сгораниякпредельнымзначениямдобавляютсязаданныеточки допуска.Оценочноезначениескладываетсяизсуммызначения ограничения и выраженных в процентах точках допуска. Округлённыйвсторонуувеличениярезультатзамерапотерьтепла сдымовымигазамидолженбытьнижеилисовпадатьсоценочным значением.Схемарасчетаопределяющегооценочногозначения приводитсяниже.

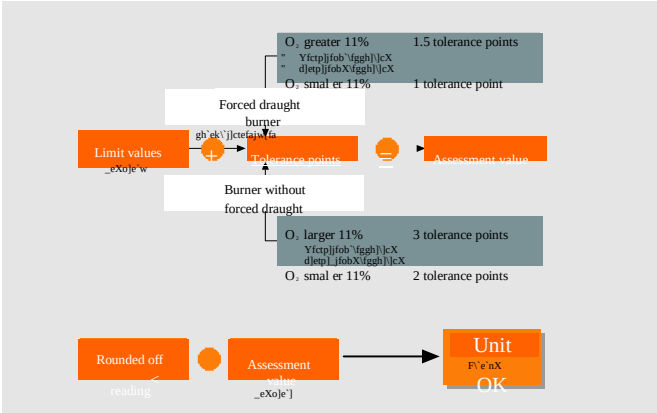


Рис.14:Схемарасчётаоценочногозначения

Ngh]\]c]e`]iX^]Zf[fo`icX\cw\`_]ctesm[fh]cfb

Приопределениисажевогочиславдымоотводвводитсятестер сажевогочисласбумажнымфильтром,черезкоторыйдымовой газ“прокачивается”спомощьюнасоса.Затемфильтрующий элементизвлекаетсяипроверяетсянаналичиенефтепродуктов. Еслифильтрующийэлементоказываетсяокрашеннымввидуих наличия,фильтрнерекомендуетсяиспользоватьдляопределения сажевого числа. Процедура определения сажевого числа включаетвсебяпроведениетрёхотдельныхзамеров.Степень окрашиванияфильтрасравниваетсясошкалойБакарака,после чегоопределяетсясажевоечисло.Еслипроцессепроведения замерафильтрувлажнилсяввидуобразованияконденсата,замер необходимоповторить.Окончательноезначениесажевогочисла определяетсяпутёмрасчётасреднегоарифметическогозначения показаний,полученныхврезультатетрехзамеров.Длягазовых горелоксажевоечислонеопределяется.

Шаг3

Mfd`eXcteXw Nominal heat output in KW dfqefijt Z bCj	R`g [fh]cb` Type of burner	Smoke spot number Unit set up or fundamentally changed		
		\f to 30.9.1988	,from 1.10.1988	from 1.11.1996
more than 4	Forced draught burner	2	1	1
up to 11	Condensation burner	3	3	3
more than 11	Forced draught burner	2	1	1
	Condensation burner	2	2	2

Рис.15:Предельныезначениясажевогочисладляжидкоготоплива

Применениеанализатора сажевогочислаtesto308, позволяющегоавтоматически определятьсажевоечислос точностьюдо0,1.

Внезнакомыхсистемахпреждевсегонеобходимоопределить уровеньсажи,поскольку этопозволитзащититьанализаторы дымовыхгазовотчрезмернойнагрузки.

I_d]h]e`]jw[`\sdfZsm[X_fZ

Дляопределениятягидымовыхгазов(выталкивающейсилы), требуемойдляотводадымовыхгазовватмосферныхгорелках, зонд отбора пробы вновь устанавливается в подготовленное отверстиевдымоходе.Передпроведениемизмерений дымовых газовнеобходимообнулитьсенсордавления.Зондотборапробы извлекается,послечеговрабочейкамерегорелкиизмеряется давление.Анализаторавтоматическиотображаетдифферен-циальноедавлениемеждуокружающейсредойидымоходом, используязнак“минус”.Вцеляхвыявленияколебанийдавления установкана“ноль”такжевозможнавнедымохода.Дляданного типаизмерениеподачадымовогогазаисключается.

Типичноезначениетягидлядымохода:

системасположительнымдавлениемсгорелкойс принудительнойтягой+высшаятеплопроизводительность: положительноедавление0,12-0,20гПа(мбар)

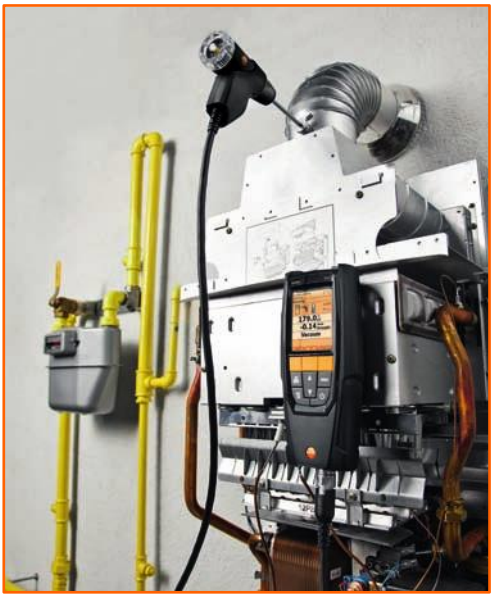
Пародизельнаягорелкаиатмосфернаягазоваягорелка: отрицательноедавление0,03-0,10гПа(мбар).

Oh`o`efa ic`pbfd e`_b`m _eXo]e`a gh` _Xd]hXm jw[`
df^]jwZ`jtiwic]\kvq]]

=M]ghXZ`cteXwkijXefZbX:ekcw;i]eifhX\XZc]e`w

=M][]hd]j`oeXwc`e`wgf\Xo`[X_XZXeXc`_Xjfh]

=Qc`pbfdZsifbXwjw[XZXjdfil]hesm[X_fZsm[fh]cbXm
df^]j wZcwjtiw gh`o`efa gfZsp]eesm _eXo]e`a "
Wjf[f df^ef `_Y]^Xjt gkjxd `igfct_fZXe`w bcXgXeX
bfejhfcwjw[`



Измерение тяги дымовых газов с помощью testo320.

'I_d]h]e`w QN \cw [X_fZsm [fh]cfb

Вцеляхобеспеченияебезопасностиоператоровсистемыгазовые горелкиподлежатпроверке.Необходимообеспечитьполный отводдымовыхгазов.Этоособенноважнодлянезависимыхот окружающего воздуха газовых систем с контролем потока, посколькувтакихсистемахотводгазовосуществляетсячерез дымоход.Призакупоркедымоходагазчерезсистемуконтроля потока может поступать в бойлерную, подвергая опасности оператора.Чтобыэтопредотвратить,вгорелкахсоткрытыми камерами сгорания и в горелках с принудительной тягой выполняетсязамерконцентрацииугарногогаза(CO),включая проверкудымоходов.Даннаямерабезопасностинеявляется необходимостьювслучаесгазовымигорелкамиспринудительной тягой,посколькудымовыегазыотводятсячерездымоход.

OhfZ]hbXeXY]_fgXiefijt[X_fZsm[fh]cfbifjbhsjsd`
bXd]hXd`i[fhXe`w`[X_fZsm[fh]cfbigh`ek\`j]ctefa
jw[fa

Вследующейконтрольнойкартеописаныэтапы,необходимые дляпроведенияполногоосмотрадымоходов:

HX\XoX	NJ	HXdJoXe`w
Проверкаработоспособностигорелки		
Закройтевсеокнаидверивнепосредственнойблизостиотгорелки		
Необходимоучестьвлияниеимеющихсявентиляторов		
Убедитьсявналичиисвободныхсеченийувсехотверстий		
Убедитьсявналичиисвободногосеченияушлангадымовогогаза		
Убедитьсявотсутствиигрязииповрежденийвкамерегорания		
Убедитьсявналичиисвободногосеченияудымоотводовгорячегогаза		
Зажечьгорелку		
Убедитьсявнадлежащейработедымовойзаслонки		
Визуальноопределитьстепеньсгорания поформепламени		
Убедитьсявотсутствиивгазегорелкиотходовнефтепродуктовотутилизацииидым.газов		
Убедитьсявнадлежащейработесистемыконтроляпотока		
ИзмеритьконцентрациюCOвдымовомгазе		
Подготовитьрабочуюдокументацию		
Подготовитьжурналосмотра		

Рис.16:Регламентпроведенияпроверки/осмотрадымоходоватмосферныхгазовыхсистем

I_d]h]e`]bfen]ejhXn``k[Xhef[f[X_X"Z\sdfZsm
[X_Xm

УровниCOиCO$_2$илиO$_2$измеряютсявсмесидымовыхгазови воздуха (на выходе из системы контроля потока) с помощью зонда. Для того, чтобы убедиться в том, что система функционируетнадлежащимобразом,концентрацияCOдолжна рассчитываться до разбавления дымовых газов воздухом. Существует возможность того, что при добавлении воздуха показанияуровняCOбудутнеточными.Дляданногорасчёта потребуется значение уровня кислорода в дымовых газах.

Концентрацию O$_2$ необходимо измерять одновременно с концентрациейCO.

N\ef[f`_d]h]e`w"e]\fijXjfoef

Важно

Концентрациянеразбавленного COрассчитываетсяанализатором

ивыражаетсякакCO$_{неразбавл.}$.Измерениянеследуетпроводить раньше,чемчерез2минутыпослезапускагорелки,поскольку повышенныйуровеньCOснижаетсядонормальногорабочего значениялишьчерезнекотороевремяпослезапускасистемы.

Предельные значения концентрации CO для неразбавленных дымовыхгазов:

COнеразбавленныйсвыше500ppm: требуетсяпроведение техническогообслуживаниясистемы.

COнеразбавленныйсвыше1000ppm:отказсистемы.

Rfctbf _eXo]e`w QN$_{e]hX\_YXZc}$df[kj `igfct_fZXjtiw \cw fn]eb` hXYfjs [fh]cb` Ofic] gf\Xo` Zf_\kmX hX_YXZc]e`wgfbX_Xe`wdf[kjYsjte]jfoesd`

Важно

I_d]h]e`] "Z Xjdfil]h]

Вцеляхбезопасности,измерениеCOватмосференеобходимо выполнять наряду с измерениями дымовых газов в ходе проведения работ по техническому обслуживанию газовых агрегатов в жилых помещениях, поскольку обратный поток дымовыхгазовможетпривестикповышеннойконцентрацииCO иопасностиотравления.Данныйвидизмеренийнеобходимо проводитьвпервуюочередь.

=MXh]_kctjXjs`_d]h]e`aZc`w]ji`[Xh]jesa\sd d`e
=Cc`we`]\smXe`wbkh`ctq`bXeXh]_kctjXjs `_d]h]e`aifijXZcw]jgh`d]hef330
=NYekc]e`]ckop]Zi][fZsgfcewjteXiZ]^]dZf_\km]

Jfen]ejhXn`w"ZZf_\	Ch]dwZ\smXe`w`Zc`we`]
	Предельное пороговое значение (макс.концентрация,при которой период вдыханияможетпревышать8часов).
	Появлениелёгкойголовнойболивтечение 2-3часов.
	Появлениеголовнойболивобластилбав течение1-2чспоследующимраспростра- нениемнавсюобластьголовы.
	Головокружение,тошнотаидрожьв конечностяхвтечение45минут. Потерясознаниявтечение2часов.
	Головокружение,тошнотаидрожьв конечностяхвтечение20минут. Летальныйисходвтечение2часов.
	Головокружение,тошнотаидрожьв конечностяхвтечение5-10минут, летальныйисходвтечение30минут.
	Головнаябольиголовокружениевтечение 1-2минут.Летальныйисходвтечение10-15 минут.
	Летальныйисходвтечение1-3минут.

Измерение концентрации CO в окружающейсреде.

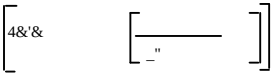
'PXioxj JOE

EcwijXe\Xhjesmi`ij]d fjfgc]e`w

ОбщийКПД–этоКПД,рассчитанныйнаосновеанализатолько удельнойтеплотыдымовыхгазовприотсутствиивпоследнем паровводы.Такимобразом,врасчётпринимаетсятольконизшая теплотворнаяспособностьтоплива.

СуммарныйКПД–этоКПД,рассчитанныйприанализедымовых газоввместесоскрытойтеплотойконденсациивдымовыхгазах. Таким образом, для расчета используется значение высшей теплотворнойспособноститоплива.

V =100-qA



Измерениятемпературыдымовыхгазовитемпературывоздуха, идущегонагорение,атакжеконцентрациикислородавдымовых газах для данного расчёта выполняются параллельно, с использованиемзначенийпоправочныхкоэффициентов(A2,B) для заданных видов топлива и значения уровня содержания кислородаввоздухе(21),сохранённыхванализаторе.Длятого, чтобы использовать правильные факторы топлива A2 и B, необходимоправильновыбратьтопливованализаторе.

Jfe\]eiXn`fees]gh`Yfhs

Поскольку в современных конденсационных приборах используетсязначениетеплотыконденсации,компанияTesto-в целяхкорректностирасчётов-ввеладополнительноезначение “ХК”. Данное значение включает использование теплоты конденсациивотношениикнизшейтеплотворнойспособности. Приостываниидымовыхгазовдозначенияниже температуры точки росы, теоретическое значение которой заложено в анализаторTestodлякаждогоотдельноготоплива(см.Рис.24), пропорциональный коэффициент ХК будет соответствовать значениютеплотыпарообразованияспоправкойнаконденсат, благодарякоторомуурованьпотерьтепласдымовымигазами можетсократитьсяилистатьотрицательным.УровеньКПДв отношениичистойтеплотворнойспособностиможетсоответствоватьзначениямвыше100(см.следующийпример).

Пропорциональный коэффициент ХК

Пример с лёгким дизельным топливом

A2 =0.68—> qA =19(пропорц.коэф. ХК)

B =0.007

FT =30ТС—> qA =-5(пропорц.коэф. ХК)

AT =22ТС—> h =100-(-5)

O_2=3 =105

ХК =5.47

Для наглядного примера на следующем графике отчётливо показано,всилучегоКПДконденсационныхсистемпревышает 100.

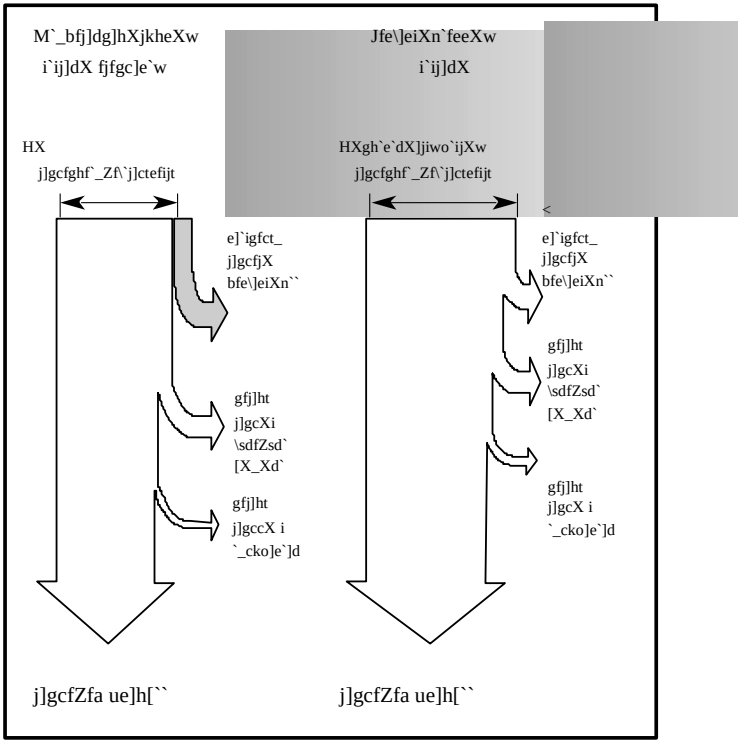


Рис.17:Потериэнергиивнизкотемпературныхиконденсационных системах.

- Сначаломиспользованиятопливаначинаетсяпроцесс выработкитепла,иобразуютсяпарыводы.
- Приизмеренииобщегоколичествателотыбудетполучено 100-значениечистойтеплопроизводительности.
- Еслиприбавитьэнергиюводяногопара(теплоту конденсации),будетполученозначениевысшей теплопроизводительности(общейтеплотворной способности).
- Значениевысшейтеплопроизводительностивсегдавыше значениячистойтеплопроизводительности(низшей теплотворнойспособности).
- ПрирасчётеКПДзаосновувсегдаберётсязначениенизшей теплотворнойспособности.
- Однаковконденсационныхустановкахнарядусозначением низшейтеплотворнойспособноститакжеиспользуется энергияконденсации,аэтоозначает,чтоКПДвнекоторых случаяхможетпревышать100.

R]de]d]e]]Zbfe\]eiXn`feesmkijXefZbXm`d]vjd]ijf gfj]h` j]gcX ojf [fZfh`j f jfd ojf JOE kijXefZb` fYkicfZc]e_eXo]e`]de`_p]aXe]Zsip]aj]gcfjZfhefa igfifYefij`

Примечание

Rfgc`Zf	R]dg]hXjkhX jfob` hfis Z @
Природный газ,H	57.53
Лёгкоедиз.топливо “EL”	50.37
LPG(70/30)	53.95
Бытовой газ	61.09

Рис.18:Значениятемпературыточкиросыдымовыхгазовдля определённыхвидовтоплива.Рассчитаныдлястандартногодавления (1013мбар)истехиометрическогосгорания.

' I_d]h]e`w !" \cw [X_fZsm[fh]cfb

СодержаниеоксидовазотаNOXуказываетнаобщеесодержание моноксида азота (NO) и двуокиси азота (NO_2). Обычно соотношение концентраций NO и NO_2 является постоянной величиной(97NOи3NO_2).По этой причине измерение концентрации NO является достаточным для определения концентрации NO_X. Однако при использованиисмешанноготоплива или конденсационных установок вышеуказанное соотношение меняется.Всилуэтогообстоятель-ствасодержаниедвухкомпонентов (NOиNO$_2$)измеряетсяотдельно,а суммарезультатовэтихизмерений указываетнасодержаниеNO$_X$.

Рис.19:Testo340:многокомпонентныйанализатордымовыхгазовс возможностьюпрямогоизмеренияNO$_X$

Важно

Диоксид азота (NO_2) растворим в воде, поэтому для точного определенияконцентрацииNO$_2$необходимопроводитьзамеры в сухих дымовых газах, поскольку растворённый NO_2 не учитывается.Такимобразом,передпроведениемфактических замеровсодержаниядиоксидаазотанеобходимоиспользовать блокпробоподготовкидляудалениявлагииздымовыхгазов.

Практические сведения

= Oh`ghfZ]\]e``_Xd]hfZZe]gfih]\ijZ]eefaYc`_fij`
fj uc]bjhfijXj`o]ibf[f l`ctjhX _fe\ fjYfhX ghfYs
e]fYmf\`df _X_]dc`jt \cw `ibcvo]e`w h`ibX
ijXj`o]ibf[f_Xhw\X

= CickoXwmbf[\XZf_df^efZsifbf]if\]h^Xe`]jZxh\sm
oXij`n ` iX^` ic]\k]j `igfct_fZXjt o`ijs] ikm`]
l`ctjhs NYw_Xj]ctesd kicfZ`]d wZcw]jiw eXc`o`]
gh]\ZXh`j]ctef[fl`ctjhX

) OhfZ]hbX lkebn`feXctefij` i`ij]dfjfgc]e`w OhfZ]hbX []hd]j`oefij` [X_fZsm jhXbjfZ

Газовые тракты систем отопления, независимых от воздуха окружающей среды, 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 измерений ниже 20,5, это указывает на наличие утечек в внутреннем дымоходе, что, в свою очередь, указывает на необходимость проверки всей системы.

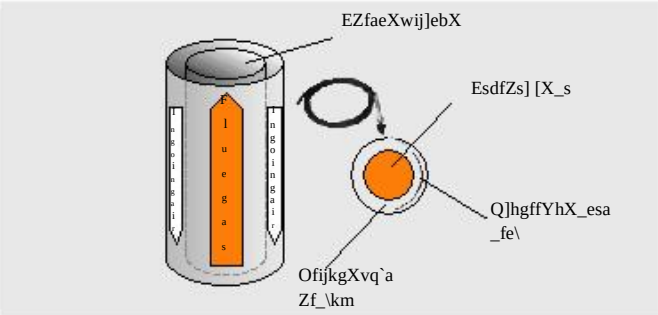


Рис.20: Замеру уровня O_2 в межстенном пространстве дымохода

Серпообразный зонд Testo (U заказа 0632 1244) позволяет быстро и точно измерить уровень O_2 в двойной стенке.

Простым способом проверки герметичности дымоходной трубы является измерение давления. С помощью прибора для проверки герметичности в трубу дымового газа подаётся воздух, подача воздуха осуществляется до тех пор, пока давление в трубе не составит 200 Па (ранее – 1000 Па). Давление поддерживается на вышеуказанном уровне, и определяется объём воздуха, выходящего в области утечки. Дымоход (газовый тракт) считается герметичным, если скорость утечки составляет 50 л/(гм^2).

JfejhfctgfjfbXigfdfqtv\]j]bjfhfZkj]o]b

Для обеспечения эффективной работы горелки необходимо обеспечить полное удаление дымовых газов из регулятора расхода потока. Существует ряд способов определения эффективностиотводадымовыхгазов.Выбросдымовыхгазов определяется по формированию конденсата на контрольной пластинке или в газоанализаторе, а также по увеличению температуры,измеряемойспомощьютермопары,иливизуальномуконтролюпотокавмаломдымоходе.

Приследующихобстоятельствахможетвозникнутьобратный потокрегуляторурасходапотока:

Возможные неисправности

- О Наличие утечки в дымоходе, вызванной отсутствием или деформацией уплотнения, изношенностью материала уплотнения, ослаблением фитингов, точечной ржавчиной, коррозиейилиналичиемтрещин.
- О Препятствиятягеввидечастицилипопричинедеформации
- О Отсутствиеидущегонагорениевоздухапопричинеизбыточной герметичностирабочейсреды
- О Закупоркаилизагрязнениевентиляционныхотверстий
- О Частичнаяилиполнаязакупоркавобластигазовогоотракта.

Рис. 21: Обнаружение утечки дымовыхгазоввблокеконтроля потока с помощью детектора утечкитesto317-3

E`X[efij`bXe]`ighXZefij]aigfdfqtvl`YhfibfgX

Революционнаягибкаятрубкаэндоскопаподходитдлялюбых труднодоступныхмест,трубкуможноизгибатьвпрактически любомположении.Удобнаярукояткаитщательнопродуманная конструкцияпозволяютуправлятьприборомTestoViewодной рукой, что,в свою очередь,позволяет экономить время и средства.

Мощная LED-подсветка

Рис.22:Инспекциятеплоизоляцииспомощью эндоскопаtesto319

Видеоскопtesto 318-V

)MXijhfabX [fh]cfb

LXcs] [fh]cb`

Достижениевысоких“экологических”показателейвозможнопри обеспеченииполногосгорания(стехиометрическогосгорания) топливаимаксимальновозможнойэффективностиэксплуатации установки.Однимизопределяющихпараметровдляоптимальной работыустановкиявляетсянастройкаподачивоздуха,идущего нагорение.Установлено,чтодляоптимальнойработыустановки требуетсялишьнебольшоеколичествоизбыточноговоздуха. Иныемисловами,дляобеспеченияполногосгоранияподаётся большееколичествовоздуха,чемэтотеоретическинеобходимо. Напрактикеприменяетсяследующееправило:

LXbi`dXcteXwull]bj`Zefijti[fhXe`w\fij`[X]jiwgh` d`e`dXctefagf\Xo]`_Ysjfoef[fZf_\kmX`d`e`dXctesm gfj]hwmj]gcXi\sdfZsd`[X_Xd`

Нарис.23представленазависимостьконцентрациикомпонентов дымовыхгазовотвоздуха,идущегонагорение.

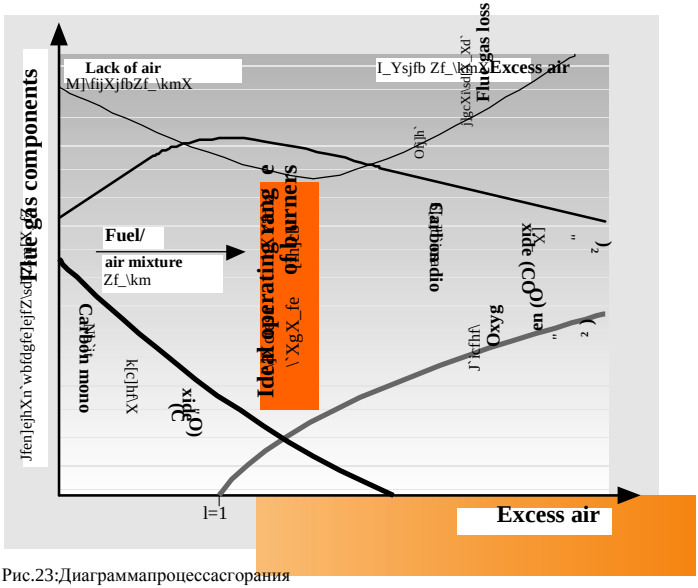


Рис.23:Диаграммапроцессасгорания

Oh`d]e`ds ic]\kvq`] udg`h`o]ib`]ghXZ`cX

Длямакс.эффективности: КонцентрацияCO_2должнабыть макс.возмож	
	КонцентрацияCOдолжнабытьна самом низкомуровне

M`_bfj]dg]hXjkhes] ` bfe\]eiXn`fees]bfjcs

JXbeXijhX`ZXjtbfjcs

O Настройтегорелкувсоответствиисноминальной теплоемкостьюкотла.

O Установитепредельныезначениядлядымовыхгазов, такиекакпотеритепла.

O Настройтеновыесистемытакимобразом,чтобысажевое числонепревышало1.

O ОтрегулируйтеконцентрациюCO_2вновыхсистемахтаким образом,чтобыеёуровеньсоставлялпримерно 11-13.

O Отрегулируйтетемпературудымовыхгазовв соответствиисрекомендациямипроизводителя.

O Установитеоптимальнуюконцентрацию CO.

Измерение дифференциальной температуры с помощью зонда-обкрутки.

Практические сведения

= Fic` \`ll]h]en`XcteXw j]dg]hXjkhX iffjZ]jijZk]j ig]n`l`bXn``ghf`_Zf\`j]cwjfibfh]]Zi][fi`ij]dX fjh][kc`hfZXeXghXZ`ctef

= Oh` e`_b`m _eXo]e`wm j]dg]hXjkhs \sdfZsm [X_fZ ghf`imf\`j fYhX_fZXe`] Yfctpf[f bfc`o]ijZX bfe\]eiXjXojfdf^]jgh`Z]ij`be]jfoefij`gfbX_Xe`a `c` gfZh]^\]e`v XeXc`_XjfhX QgfifY kijhXe]e`w ghfYc]ds`igfct_fZXe`]YcfbXghfYfgf\[fjfZb`Zd]ijf bfe\]eiXjfiYfhe`bXidP`i_

Рис.24:

Осушкагазаобеспечивает точностьпоказанийи исключаетвозможность повреждениянализатора testo350врезультате образованияконденсата.

DX_fZs] i`ij]ds fjfgc]e`w

Целью регулировки является обеспечение максимальной экологичностииэффективностииспользованиятоплива.При эксплуатации газовых горелок необходимо регулировать и контролироватьобъёмпотокагаза.Этоосуществляетсяпутём измерения давления потока газа. Вышеуказанный параметр указывается производителем и регулируется после монтажа установки.Дополнительныйпараметр–этодавлениевсопловом отверстии,влияющеенапроцесссгорания.

JXbeXijhX`ZXjt[X_fZkvfjfg`j]ctekvi`ij]dk

O Настройкапредельныхзначенийдлядымовыхгазов,например, потеритепласдымовымигазами(должныбытьнаименьшими).

O Настройка требуемого давления газового потока путём измерениядифференциальногодавления.Требуемоезначение давления указано в спецификации производителя. Данная регулировкапозволяетполучитьтребуемоедавлениегазав форсунке.

O Мощность оборудования может быть отрегулирована в соответствиистребуемымуровнемнагревапутёмрегулировки давлениявсопловомотверстии.Принеправильнойрегулировке давлениягазаможетпроизойтиследующее:

Слишкомвысокоедавлениегаза	OУгасаниепламени OНеполноесгорание OВысокаяконцентрацияCO OОпасностьотравления OВысокоепотреблениегаза
Слишкомнизкоедавлениегаза	OПогасаниепламени OВысокийуровеньпотерь тепласдымовымигазами OВысокийуровеньO $_2$ OНизкийуровеньCO $_2$

= M]ghf`_Zf\`j]_Xd]hfZ\XZc]e`weX[cXZefajhkY] ifYcv\Xaj]\`XgX_fe`_d]h]e`a

= SY]\`j]itZfjikjijZ``j]o`d]^\kjfobfafjYfhX ghfYs`XeXc`_XjfhfdfgXiefijtZ_hsZX

Измерениеирегулировкадавлениягаза всистемеспомощьюtesto 320и подключенногокнемукомплектадля измерениядиф.давления.

Одновременноеизмерениедымовых газовидифференциальногодавления спомощьювысокоточногозонда давления.

)OhfZ]hbX []hd]j`oefij` [X_fghfZf\esm `Zf\fghfZf\esmbfeijhkbn`aZiffjZ]jijZ``i'(

- Перед началом проведения работ на газовых трубах необходимозакрытьзадвижкуиобеспечитьневозможностьеё открытиянеуполномоченнымнатоперсоналом(например, путёмизвлечениякключаилиснятияевентиля).Приутечкеили выбросах газа необходимо обеспечить возможность его безопасного отвода за пределы помещения посредством вентиляции или через шланг. Задвижку следует открывать тольковтомслучае,когдавсеотверстиясистемытруб,через которыеможетвыходитьгаз,плотнозакрыты.Этонеотносится квнешнимработампотехническомуобслуживаниютруб.
- Согласно стандарту DIN 30657, для обнаружения утечки в газовыхтрубахследуетиспользоватьприборыобнаружения утечкигазаилипену.Использованиепламенивэтихцелях недопустимо.Временнаягерметизациядопускаетсялишьв случаевозникновенияопасныхситуаций.
- Трубы с рабочим давлением до 100 мбар подвергаются предварительным и основным тестам. Тесты необходимо проводить перед окраской или обшивкой трубопроводов и соединений.Тестыможнотакжепроводитьпосекционно.
- Результатыпроведениявсехтестовдолжныбыть задокументированы.

Oh]\ZXh`j]ctesaj]ij

Сутьпроведенияпредварительноготестасостоитвпроверкепод нагрузкойвновьпроложенныхтруббезфитингов.Напериод проведения теста отверстия труб должны быть тщательно загерметизированы металлическими пробками, крышками, заглушкамииливременнымифланцами.Соединениясгазовыми трубаминедопустимы.Предварительныйтестможетпроводиться натрубахсфитингамиприусловии,чторасчётноедавлениев областифитинговсоответствует,поменьшеймере,тестовому давлению.

При проведении предварительного теста рекомендуется использовать воздух или инертный газ (например, азот или углекислыйгаз),нонекислород.Приэтомтестовоедавление должно составлять 1 бар. Тестовое давление не должно снижатьсявходепроведениятеста,продолжительностькоторого составляет10минут.

NiefZefa j]ij

Основнойтест–этотестнагерметичностьтрубифитингов,но безиспользованиягазовыхприборовиустройствконтроляи обеспечения безопасности. При проведении основного теста можноиспользоватьгазовыйсчётчик.Припроведенииосновного теста рекомендуется использовать воздух или инертный (низкореактивный)газ(например,азотилиуглекислыйгаз),ноне кислород.Приэтомтестовоедавлениедолжносоставлять110 мбар.Послекомпенсациитемпературноговоздействиятестовое давление не должно снизиться в течение минимум 10 минут проведениятеста.Измерительныйприборд олженбытьнастолько точным,чтобырегистрироватьпадениедавлениядажена0,1 мбар.

I_d]h]e`]fYrxdfZkj]ob`

Трубы низкого давления,находящиеся в эксплуатации или неэксплуатируемые,проверяютсянапригодностьпозапросу заказчика или при повторном подключении,при наличии основанийпредполагатьналичиеутечек.Впервуюочередьтруба проходитпроверкуподнагрузкой,т.е.подвергаетсятестовому давлению 3 бара в течение 3-5 минут. Цель проверки под нагрузкойсостоитвобнаруженииповрежденийврезультате коррозии. В трубу закачивается воздух для создания соответствующеготестовогодавленияиизмеряетсяпадение давленияза1минуту.

а) Срокэксплуатациинеограничен,еслиобъёмутечкигаза составляетменее1литравчасприрабочемдавлении.

б) Срокэксплуатацииограничен,еслиобъёмутечкигаза составляет1-5литроввчасприрабочемдавлении.

в) Непригодностькэксплуатации,еслиобъёмутечкигаза превышает5литроввчасприрабочемдавлении.

Вцеляхустановленияобъёмаутечкигазанеобходимоопределить объёмгазавтрубепоизмеренной илипредполагаемойдлине трубы.Объёмутечкигазаможнопоказатьнаграфикепопадению давления в минуту, измеренному прибором для измерения дифференциальногодавления,атакжепообъёмугазавтрубе согласноTYDVGWG624илиспециальнойлогарифмической линейкеTesto,утверждённойстандартомDVGW.

Определение объёмаутечкигаза пологарифмической линейке

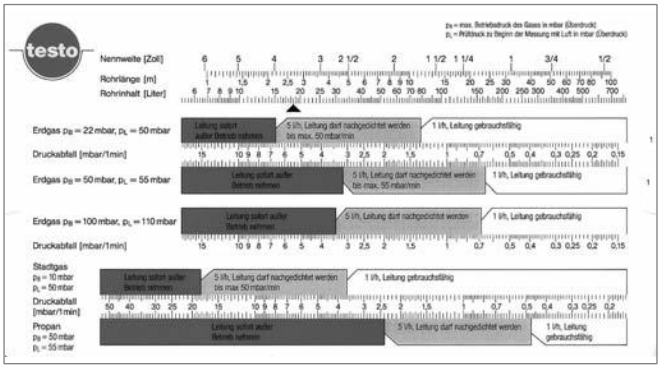


Рис.25:Определениепригодностикэксплуатациипологарифмической линейкеTesto

Использование логарифмической линейки исключает необ-ходимостьвводаданныхванализатор.Графическоеирасчетное значениедляобъёмаутечкигазаопределяетсяпоследующей формуле:

' '3 3 93 3 9.9

V_BОбъёмутечкигазавходеработы,л/мин.

V Объёмгазавтрубе,л.

p_1Абсолютноетестовоедавлениевначалеизмерения, мбар(показаниябарометра+исходн.тестовоедавл.)

p_2Абсолютноетестовоедавлениевконцеизмерения, мбар(показаниябарометра+конечн.тестовоедавл.)

p_BМаксимальноедавлениегаза,мбар

p_LТестовоедавлениевначалеизмерениясиспользованиемвоздуха,мбар(положит.давление)

f Коэффициент,учитывающийтипгаза

В качестве альтернативы для измерения объёмов утечки существуютприборы(другихпроизводителей),длякоторыхв настоящиймоментнесуществуетуказанийпопроведениютакого родатестов.Прииспользованиитакихприборовединственным прослеживаемым методом является графическое/расчётное измерениеобъёмаутечки.

Всоответствиисостепеньюпригодностикэксплуатацииможно принятьследующиемеры:

а) Приотсутствииограниченийпригодностикэксплуатациитрубы можноэксплуатировать.

б) Приограниченнойпригодностикэксплуатациитрубытребуют герметизацииилиобновления.Длятрубсрабочимдавлением свыше100мбарвсоответствиисTYDVGWG624существует дополнительное требование. Согласно разделу 7.1.3, герметичностьдолжнабытьвосстановленавтечение4недель с момента установления ограниченной пригодности к эксплуатации.

в) Непригодныетрубынеобходимовыводитьизэксплуатации.Те жеTYдействуютвотношениисекцийтрубпослеремонта,если такие секции используются для вновь прокладываемого трубопровода.

Этимерыуказаныналогарифмическойлинейке Testo.

Ofic]ghfZ]\]e`wcvYsmh]dfejesmhXYfje]fYmf\`df ghfZ]\]e`]j]ijXgX\]e`w\XZc]e`wfiefZefaj]ijid ijh

Важно

IigsjXe`] [`\hXZc`o]ib`m jhkYfghfZf\fZgf\ \XZc]e`]d

Данныйтестсостоитизпредварительногоиосновноготестови выполняетсянавновьустановленныхтрубахинанеокрашенных инеобшитыхтрубах.Данныйтестпроводитсявтехслучаях,когда проведениетестасиспользованиемводыневозможнопопричине замерзания или риска образования коррозии. В целях безопасностиосновнойтестпроводитсяподдавлением110мбар передпроведениемпредварительноготестапримаксимальном давлении3бара(натрубахноминальнойширинойдоDN50)или при максимальном давлении 1 бар (на трубах номинальной ширинойдоDN50).Данныйтестнезаменяеттестнанагрузку поддавлениемводывсоответствиистребованиямистандарта DIN1988-2TRWI11.1.

NYeXhk^]e`] kj]o]b [X_X

Утечкаприродногогазаизтрубыилиотопительнойустановки создаётопасностьотравленияиливзрыва.Поскольку природный газнеимеетзапаха,внегодобавляютсяодоранты.Припоявлении запаха газа помещение необходимо немедленно проветрить. Утечкугазавтрубеможнообнаружитьспомощьюдетектора определенияутечки.Вцеляхбезопасностинельзяпревышать установленное предельное значение, составляющее 20 взрывоопаснойконцентрации.

Рис.26:Обнаружениеутечкигазавтрубахспомощьюtesto 316-1

)I_d]h`j]ctes] j]mefcf[``

Предъявляемыекпортативнымгазоанализаторамтребования ставят сложные задачи перед любым производителем измерительного оборудования. Необходимо создать высокотехнологичныйприбордляпримененияв“жестких”условияхс возможностьюатономнойработы;крометого,прибордолжен соответствовать требованиям заказчика. Приборы должны отличаться компактностью, лёгкостью, портативностью и простотойвиспользовании.Другиеважныетребования–это быстроеполучениерезультатовизмерений,низкоеэнергопотребленииеипростотатехническогообслуживания.

Q]eifhs

Требования, предъявляемые к измерительным приборам, обуславливаютвыборсенсоровдляопределенияконцентраций газов.Электрохимическиесенсорыгазапрекраснозарекомендовалисебявпрактическомприменении.Основныепреимущества сенсоров такого типа заключаются в высокой степени быстродействия, компактности, возможности технического обслуживания пользователем, а также в экономичности при производстве.Однако,необходимопровестиобширныенаучно-исследовательские и опытно-конструкторские работы для созданияоптимальныхусловийработысенсоровгаза.Требуется оптимизациягазовоготракта,соблюдениесоответствующего допуска по перекрестной чувствительности,сохранение возможностилегкойзаменысенсорапользователем.

Сенсоркислорода

Oh`en`ghXYfjsm`d`o]ibf[f_muc]bjhf\ef[fi]eifhX

Стандартный2-хэлектродныйсенсор–этосенсоркислорода (O2).Нарис.27показанпринципработысенсоракислорода.

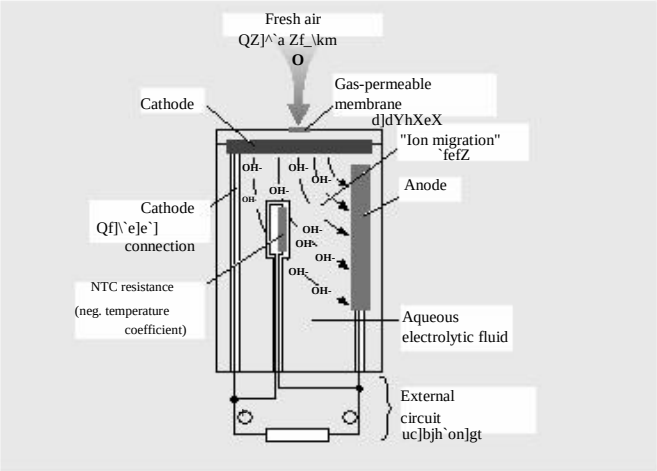


Рис.27:ПринципработысенсораO_2

Oh`en`ghXYfjsi]eifhXb`icfhf\X

- O МолекулыO$_2$проходятчерезгазопроницаемуюмембрану ипопадаютнакатод.
- O ХимическаяреакцияОбразуютсяионыOH$^-$ (ионы=заряженныечастицы)
- O Ионыпроходятчерезжидкийэлектролитипопадаютнаанод.
- O Движениеионовсоздаётэлектрическуюпроводимостьво внешнейцепипропорциональноконцентрацииO$_2$.
- O Этоозначаетследующее:чемвышеконцентрация,темвыше электрическаяпроводимость.
- O Падениенапряженияизмеряетсявсопротивлении,а полученныеданныеобрабатываютсяэлектроннымспособом.
- O Длякомпенсациивлияниятемпературыслужитинтегральное сопротивлениесотрицательнымтемпературным коэффициентом,чтообеспечиваетстабильностьработы сенсоранезависимоттемпературы.
- O Срокслужбысенсоракислородасоставляетпримерно3 года.

ShXZe]e`wh]Xbn`a

Катод: $O_2+2H_2O+4e^{-}\rightarrow 4OH^{-}$

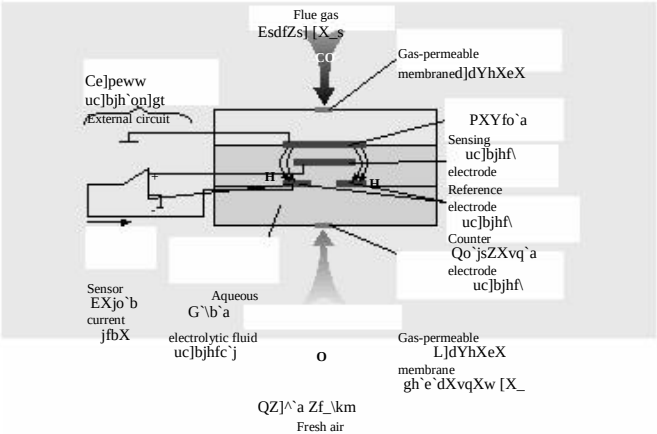
Анод: $2Pb+4OH^{-}\rightarrow 2PbO+2H_2O+4e^{-}$

Баланс: $2Pb+O_2\rightarrow 2PbO$

I_YsjfoeXw bfen]ejhXn`w [X_X ifbhXqX]j h]ikhi `_d]h`j]ctesmwo]]b

Практические сведения

Oh`en`ghXYfjsm`d`o]ibf[fm uc]bjhf\ef[fi]eifhXjfbi`oesm[X_fZ



СенсорCO

Рис.28:ПринципработысенсораCO

Принципработытрёхэлектродногосенсора(напримерсенсораCO):

- МолекулыCOпроходятчерезгазопроницаемуюмембрануи попадаютнарабочийэлектрод.
- Химическаяреакция:образованиеионовH^{+}.
- Ионыпереносятсяксчитывающемуэлектроду.
- Вторая химическая реакция с участием O_2 в свежем воздухе: электропроводность во внешней цепи.
- Эталонный электрод стабилизирует сигнал сенсора.

Ср оксл ужб ысос тавля етпр имер но2г ода.

ShXZe]e`w h]Xbn`a

Анод: $CO+H_2O$ $CO_2+2H^++2e^-$

Катод: $O_2+4H++4e^-$ $2H_2O$

Практические сведения

I_YsjfoeXwbfen]ejhXn`w[X_Xmfcf\ZcX[X`oXij`ns [hw_`ifbhXqXvjh]ikhi`_d]h`j]ctesmwo]]b

Oh`en`ghXYfjsgfckghfZf\e`bfZf[fi]eifhX gh``_d]h]e``[fhvo`m[X_fZ

Полупроводниковыйсенсорисполь зуетсядляизмерений горючих газов,такихкакHC,H_2иCO.Онисполь зуетсядляобнаружения утечкигаза.Конструкцияполупроводниковогосенсорапредстав-ленанаРис.29.

Полупроводниковый сенсор

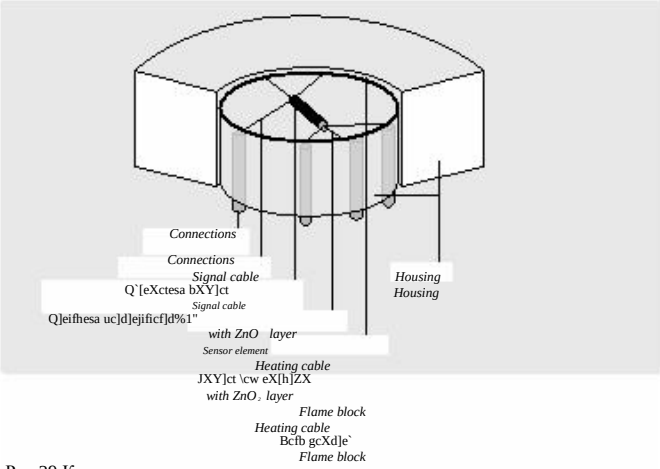


Рис.29:Конструкцияполупроводниковогосенсора

Принципработыполупроводниковогосенсора(например использованиявзондедляобнаружения утечкигаза):

- Сенсорный элементнагревается дорабочейтемпературы 300ТС.
- Принагреваниивоксидеоловасоздаётсявысокое сопротивление.
- Приналичиигорючихгазов(HC,H_2,CO)вокружающем воздухевобластичувствительногоэлемента,т.е.внутри сенсора,этигазысобираютсянаслоеоксидаолова.

О Электрическоесопротивлениебудетуменьшаться.

О Падениесопротивлениясопровождаетсявизуальнымили звуковымсигналом.

I_YsjfoeXwbfen]ejhXn`w[X_Xmfcf\ZcX[X`oXij`ns [hw_`ifbhXqXvjh]ikhi`_d]h`j]ctesmwo]]b

Wc]bjhfees] im]ds

Созданиеещеболеекомпактных,новтожевремяещеболее сложныхизмерительныхприборов,являетсяярковыраженной тенденциейвсфереразвитияипроизводстваизмерительного оборудования.Благодарякомпьютерномупроектированию(CAD) иавтоматизированномупроизводству,сложныеэлектронные схемыможноразмещатьначрезвычайномаломпространстве. Печатныеплатыразрабатываютсяпомногоуровневомупринципу, априустановкеэлектронныхкомпонентовприменяютсяновейшие технологии(поверхностныймонтаж–“SMD”).Дляпроверкиплат всбореивыявлениядефектовнараннейстадииисполь зуется тестовый компьютер (внутрисхемный тестер). Это позволяет экономично устранять неисправности и возвращать платы в производство.Послеустановкиплатиизмерительныхсенсоров в корпус, измерительные приборы подвергаются эксплуата-ционным тестам на компьютерном испытательном стенде и проходят калибровку с использованием поверочного газа. Сертификация DINISO 9001 гарантирует высокое качество и квалифицированноепостпродажноеобслуживание.Конечный результат – это измерительные приборы, соответствующие последнимтребованиямвобластианализадымовыхгазов.

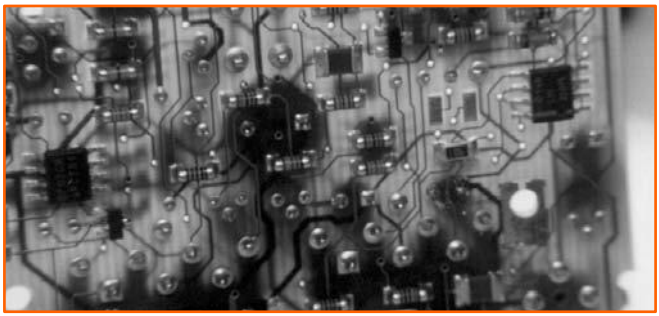


Рис.30:ПлатыSMDнаосновемногоуровневойтехнологии

Jfeijhkbn`w

Проектирование газового тракта представляетсобойважную задачу приразработкепортативныханализаторовдымовыхгазов. Поскольку наличиеутечекискажаетрезультатыизмерений,все соединения в газовом тракте должны быть абсолютно герметичны. Во избежание повреждения сенсоров газа необходимоисключитьналичиемествозможногообразования конденсата. В современных анализаторах дымовых газов используются конденсатосборники, обеспечивающие сбор конденсатаипредотвращающиеповреждениеизмерительных приборов.Наследующемрисункепредставленасхемагазового трактавупрощённойформе.

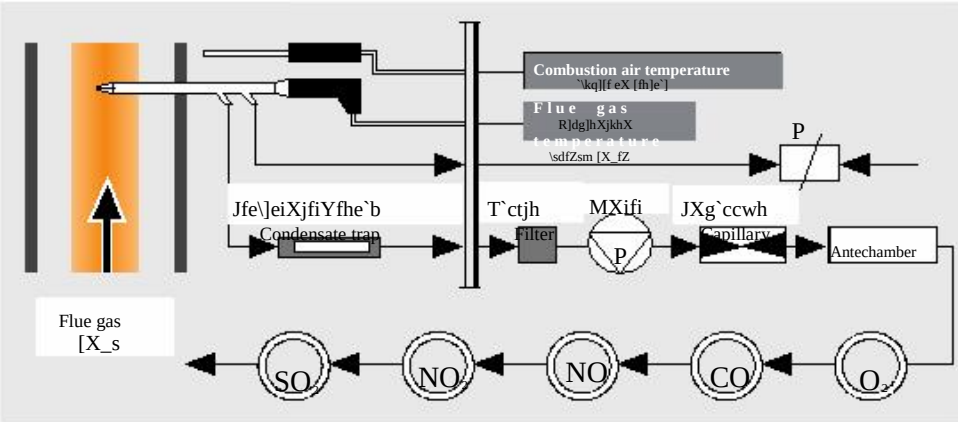


Рис.31:Упрощённаясхемагазовоготрактаванализаторедымовыхгазов

Дымовыегазызабираютсяиздымоходачерезсондотборапробы спомощьюнасоса (на схеме “P”).Встроеннаявнаконечникзонда термопараизмеряеттемпературудымовыхгазов.

Конденсатосборникивстроенныйфильтр“осушивают”дымовые газыизадерживаютчастицыпылиисажи.Пробагазапроходит черезнасос“P”ичерезкапилляр(сужениевдымоходе)подаётся в форкамеру, демпфирующую эффект биения, создаваемый мембранным насосом. После прохождения через форкамеру измеряемыйгазпоступаетвсенсоры,вкоторых,взависимостиот конструкцииприбора,выполняетсяизмерениеконцентрацийO$_2$, CO,NO,NO$_2$,иSO$_2$.

Для измерения тяги используются отходящие дымовые газы, поступающиеиззонданапрямуюксенсорудавленияанализатора, вкоторомпроисходитизмерениетяги.

Температураидущегонагорениевоздухаизмеряетсяспомощью зондатемпературы,подключенногонепосредственнокизмери-тельномуприбору.

)Oh`cf^]e`]

PXio]jes]lfhdkcsD]hdXe`w

Потери тепла с дымовыми газами

4&& [[———]) –"]

& Температурадымовогогаза

& Температураокружающейсреды

Коэффициентыпересчётадляопределённыхвидов топлива(см.Таблицу)

Уровенькислородаввоздухе

" ЗначениеизмеренияO₂(округляетсявсторону ближайшегоцелогочисла)

) Пропорциональныйкоэффициент,выражающийпараметр qАкакотрицательноезначение,принедостиженииточки росы.Данныйкоэффициентнеобходимоиспользовать привыполнениииизмеренийнаконденсационныхгорелках. Еслизначениетемпературыточкиросынезанижено,то XK=0.

4.9 &&/"

ФормулаЗигертадлярасчётапотерьтепласдымовымигазами. Даннаяформулаиспользуется,еслифакторыдляопределённых видовтопливаA2иB(длясравнения:см.Таблицу)равнынулю.

Коэффициентыдля некоторыхвидовтоплива

Таблицакоэффициентовпересчётадляопределённыхвидовтоплива

Топливо	A2	B	f	$CO_{2макс.}$
Диз.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
Пресован.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

Jfc`o]ijZf Zf_\kmX

λ 9 $_{d\,e}$

L: фактическоеколичество воздуха

λ: коэф. избытка воздуха

$L_{мин.}$: теоретическитребуемое количествовоздуха

Количество воздуха

Jfen]ejhXn`w k[c]b`icf[f [X_X "

" "_dXbi 9_" / _____

$CO_{2макс.}$: максим.значение CO_2 в зависим.от топлива

Концентрация CO_2

Jfull`n`]ej`_YsjbXZf_\kmX λ

λ "_dXbi / " " / _"

$CO_{2макс.}$: максимальноезначение CO_2 в завис.от топлива

CO_2: рассчитанное значение CO_2 в дымовых газах

O_2: измеренноезначениеO_2 (округляется в сторону ближайш.целогочисла)

21: уровень кислорода в воздухе

Лямбда

Jfen]ejhXn`we]hX_YXZc]eef[fk[Xhef[f[X_X"$_{e]hX_YXZc}$

Концентрация неразбавленногоCO

"$_{e]hX_YXZc}$ "$_{hX_YXZc}$ 9λ

CO: измеренное значение CO

λ: избыток воздуха

JOE i`ij]ds 1

1

qA: потери тепла с дымовыми газами

КПД

PXioxjes]lfhdkcs C]c`bfYh`jXe`w

Длярасчётаприведённыхзначенийиспользуютсяследующиеуравнения:

Значение CO_2:

$$\frac{\text{"}\quad \text{"}o`ij^{9} \qquad \text{"}o`ij^{9\text{"}}}{\text{"}o`ij}$$

$CO_{2чист.}$: максимальное значение CO_2 в зависимости от топлива

$CO_{2уст.}$: содержание кислорода в воздухе

O_2: измеренное содержание кислорода

Потери тепла с дымовыми газами:

$$.. \quad \left[\left[\frac{/5^{9\&\&}}{\text{"}}\right]\left[\frac{)9__9\&_9\&}{\$_{/5}9}\right]\left[\frac{9\text{"}}{\text{"}\quad \text{"}}\right]\right]$$

$$..! \quad \left[\left[\frac{o`ij^{9\&\&}}{\text{"}}\right]\left[\frac{)9_}{\$_{/5}9}\right]\left[\frac{9\$_{/5}9\text{"}}{\$o`ij^{9}\text{"}}\right]\right]$$

FT: температура дымовых газов

AT: температура окружающей среды

K_{gr}, $K_{чист.}$, K_1,содержаниеводородавтопливе,H,влага

влагосодержание топлива MH_2O,$Q_{gr.}$,$Q_{чист.}$

$$\lambda \quad \left[\frac{\text{"}_fij \qquad 9}{\text{"}\quad \text{"}_fij}\right]$$

$$8\text{""}3309 \qquad \frac{\text{"}_fij}{\text{"}_fij}$$

$$5+7 \qquad \frac{\text{"}330}{\text{"}\quad 9}$$

Ecw_Xdljfb

Oh]_]ejXn`wgh`YfhfZ&-672

I_d]h`j]ctes]j]mefcf[``\cwfbhk^Xvq]aih]\si`ij]d fjfgc]e`wZ]ej`cwn```bfe\`n`fe`hfZXe`wghfdspc]eefij`

КомпанияTestoAGсоштаб-квартиройвг.Ленцкирх/Шварцвальд, была основана в 1957 году. Более 1000 специалистов разрабатывают,производятиреализуютизмерительныетехнологии повсемумиру:портативныеэлектронныеприборыдляизмерения температуры,влажности,скоростипотока,скоростивращения, давления,анализадымовыхгазовиводы,определенияуровня шумаиосвещения.

IeefZXn``

Инновациивключаютвсебявсевидыдеятельности,направленные на определение и прогнозирование сегодняшних и будущих потребностей наших клиентов. Научно-исследовательский и опытно-конструкторский отделы компании Testo превращают данныепотребностивпродукцию,доступнуюнашимклиентампо всемумирувправильныймоментвремени,поправильнойцене,и справильнымихарактеристиками.70нашеготоварооборота относитсякпродукции,котораясуществуютнарынкенеболее3 лет,показываятемсамыминновационныйпотенциалTesto.

&-672gfZi]dkd`hk

СетьофисовпродажисервисныхцентроввГерманиипредлагает услугиновымисуществующимклиентам.ФилиалывАргентине, Австралии,Бельгии,Бразилии,Франции,Великобритании,Гонконге, Италии,Японии,Корее,Нидерландах,Австрии,Польше,Португалии, Швейцарии,Испании,Чехии,Турции,ВенгрииивСША,асначала 2006ивРоссии,атакжеболее40дилеровзанимаютсяпоставками прецизионныхизмерительныхприборовизЛенцкирханавсепять континентовипредоставлениемкачественныхуслугпопродукции Testo.

Csifb`akhfZ]etbXo]ijZX

Число анализаторов дымового газа Testo, находящихся в использовании у наших заказчиков, составляет свыше 100.000. Пользователи в промышленности, бизнесе и контролирующих органахпоправудоверяютанализаторамдымовогогазаTesto,что подчёркиваетнашусобственнуюуверенностьввысокомкачестве нашихпродуктов,подтверждённуюдлительнымипериодамигарантии.

SZ]c`o]eesa[XhXej`aesaihfb

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)Затратынаприобретение:ценанеменяется.

2)Затратывовремяэксплуатации,напр.,впервые2года использованияклиентненесетрасходовнаремонтилина запасныедеталипогарантийнымслучаямTesto(за исключениемработпотехническомуобслуживаниюили рабочихдеталей).

3)Впервыекомпанияtestoразработалагазоанализторыtesto 330LLсосрокомгарантии4годаисрокомслужбы6лет (сенсорыO_2иCO).

JZXc`l`n`hfZXeef]fYick^`ZXe`]

Даже по истечении срока гарантии Testo не оставляет своих заказчиков:всемирнаяслужбатехническойподдержкигарантирует предоставление поддержки в кратчайшие сроки. Testo также предоставляет техническую поддержку для измерительных приборов,срокслужбыкоторыхпревышает15лет.

Q]hj`l`bXj%"

ВпервыекомпанияTestoполучилапервыйсертификаткачества ISO9001воктябре1992года,которыйбылподтверждёнповторно в1997году.Грамотноприменяемаяиориентированнаянабудущее система обеспечения качества гарантирует предоставление заказчикупродуктовбеспрецедентногокачества.Строжайший аудит и сертификация проводились независимой компанией: Germanischer Lloyd. Общественность регулярно контролирует соблюдениестандартаISO9001компаниейTesto.

ПриборыTestodляизмеренийвсистемахотопленияпредставлены на следующих страницах: при необходимости получения дополнительныхсведенийсвяжитесьснашимиспециалистамипо телефонам,указанным на официальном сайте компании www.toolb.ru.

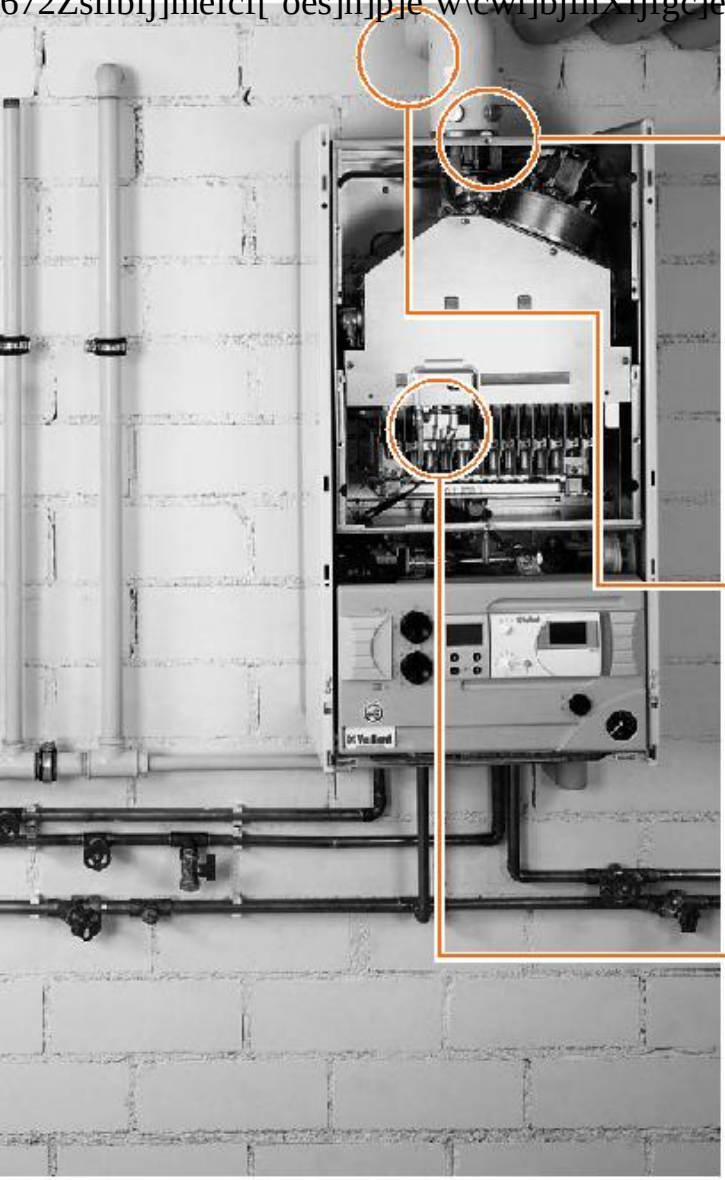
Измерения в газопроводах

Проведениепредварительного тестасиспользованием приборатesto312-3

Проведениеосновноготестас использованиемприбора testo312-2/3

Обнаружениеутечкигаза вместестesto316

I_d]h`j]ctes] gh`Yfhs &-
672Zsifbfj]mefcf[`oes]h]p]e`w\cwi]bjfhXfjfgc]e`w



Измерения в системах отопления

Анализ дымовыхгазов с помощью testo310,320, 330-1LL,330-2LL

Локализация утечек дымовых газов спомощью прибора testo316-2

Испытаниенагерметичность спомощьютesto312-1/2

7-672

- ОДисплейсподсветкой
- ОПрочныйкорпус
- ОФильтрзонда
- ОАвтоматическоеобнуление сенсора(30с)
- ОИзмерениеконцентрации СОвокружающейсреде
- ОИзмерениедиф.давления
- OLi-ionаккумулятор,8ч.
- ОУдобноекрепление прибора
- ОВстроенный конденсатосборник
- ОПринтер

@ [OX " " ?# JOE 4 λ

R]me`o]ib`]\Xees]		
Измер.O_2	Изм.диап.	0...21Об.
Измер.CO (вокр.среде)	Изм.диап.0...4000ppm	
Измер.CO (без H_2-комп.)	Изм.диап.	0...4000ppm
КПД(Eta)	Изм.диап.	0...120
Потеритепла	Изм.диап.	0...99.9
Тяга	Изм.диап.-20...+20гПа	
Измер.давления	Изм.диап.-40...+40гПа	
Измер.темпер. (дымовых газов)	Изм.диап.0...+400ТС	
Измер.темпер.Изм.диап.-20...+100ТС (окр.среды)		

fgn`feXctefi Bluetooth

7-672_

- ОГрафический дисплей с высоким разрешением
- ОВстроеннаяпамять
- ОДиагностикасенсора
- ОПростая установказондов
- ООпцияBluetooth
- ОЗнаккачества(одобренTUV всоотв.сEN50379, Части 1-3)
- ОИзмерениеконцентрации СОвокружающейсреде
- ООбнаружениеутечекгаза
- ОИзмерениедиф.давления
- ОИзмерениедиф.темпер.
- ОЗаменасенсоров пользователем
- ОАвтоматическоеобнуление сенсора(30с)
- OLi-ionаккумулятор,8ч.
- ОПрочный корпус
- ОУдобноекреплениеприбора
- ОВстроенный конденсатосборник
- ООпцияСОсН2-компенс.

@ [OX " " ?# ?& JOE 4 λ "

R]me`o]ib`]\Xees]	
Измер.O_2	Изм.диап.0...21Об.
Измер.CO (вокр.среде)	Изм.диап.0...500ppm
Измер.CO (без H2-комп.)	Изм.диап.0...4000ppm
Измер.CO (с H2-комп.)	Изм.диап.0...8000ppm
РасчетCO_2	Изм.диап.0...$CO_{2макс.}$
Измер.$CO_{низ.}$ (cH_2-комп.)	Изм.диап.0...500ppm
Измер.CO_2 (вокр.среде)	Изм.диап.0...1Об. 0...10,000ppm
КПД(Eta)	Изм.диап.0...120
Потеритепла	Изм.диап.0...99.9
Тяга	Изм.диап.-9.99...+40гПа
Измер.давления	Изм.диап.0...+300гПа
Измер.темпер.	Изм.диап.-40...+1200ТС

Bluetooth

7-672

Tkebn``gh`YfhX

@

OЦветнойграфический дисплей [OX

O4годагарантиинасенсоры O_2иCO "

OСамодиагностикаприбора "

ODTизмерениянодающей/обратнойлинии "

OИзмерениясOватмосфере ?#

OИзмерениясO$_2$ватомсф. ?&

OОпределениеутечекс пом.зондтечеискателя JOE

OИзмерение диф.давления 4

OОпределениерасхода топлива λ

O200блоковданныхв памятивключаяномер системы (!"

OIRDA-интерфейсдля передачиданныхна КПК/ноутбук fgn`w

OUSB-интерфейсдля передачиданныхнаПК

R]me`o]ib`]\Xees]		
Изм.температуры	Изм.диап.	-40...+1200TC
Измерениетяги.	Изм.диап.	-9.99...+40гПа
Изм.давления	Изм.диап.	0...200гПа
O2измер.	Изм.диап.	0…21Об.
COизмер.	Изм.диап.	0...4000ppm
КПД	Изм.диап.	0…120
Потеритепла	Изм.диап.	0…99.9
CO2расчет	Диап.отобр.	0…CO2макс
Изм.CO-вокр.среде (сзондомCO)	Изм.диап.	0…500ppm
Зонд-течеискатель	Диап.отобр	0...10.000ppm CH4/C3H8
CO2вок.среде	Изм.диап. (сзондомCO$_2$)	0...1Об. 0...10.000ppm
NOизмер.(опция)	Изм.диап.	0-3000ppm

Bluetooth

7-672

Tkebn``gh`YfhX

@

OЦветнойграфический дисплей [OX

O4годагарантиинасенсоры O_2иCO "

OСамодиагностикаприбора "

ODTизмерениянодающей/обратнойлинии "

OИзмерениясOватмосфере "

OИзмерениясO$_2$ватомсф. ?#

OОпределениеутечекс пом.зонд-течеискателя ?&

OИзмерение диф. давления 7+

OОпределениерасхода топлива 4

OРаспознавание подключенногозонда λ

OОбнулениесенсора давлениябезизвлечения зондаиздымохода !"

O400блоковданныхв памятивключаядреси Uсистемы

OIRDA-интерфейсдля передачиданныхна КПК/ноутбук

OUSB-интерфейсдля передачиданныхнаПК

OZIV-драйвер

R]me`o]ib`]\Xees]		
Изм.температуры	Изм.диап.	-40...+1200TC
Измерениетяги.	Изм.диап.	-9.99...+40гПа
Изм.давления	Изм.диап.	0...200гПа
O2измер.	Изм.диап.	0…21Об.
COизмер.	Изм.диап.	0...4000ppm
КПД	Изм.диап.	0…120
Потеритепла	Изм.диап.	0…99.9
CO2расчет	Диап.отобр.	0…CO2макс
Изм.CO-вокр.среде (сзондомCO)	Изм.диап.	0…500ppm
Зонд-течеискатель	Диап.отобр	0...10.000ppm CH4/C3H8
CO2вок.среде	Изм.диап. (сзондомCO$_2$)	0...1Об. 0...10.000ppm
NOизмер.(опция)	Изм.диап.	0-3000ppm

Bluetooth

7-672

- Дооснащениемакс.4 сенсорамигаза
- Два типа расширения диап.изм.
- Параллельноеизм.SP и м/спри проведении анализа дымовых газов
- Мощныйавтоматич. мембран.насос
- Данныена18видов топлива+10дополнит. навыборпользователя
- Функциярегистрации данных
- Встроенныйблок питанияиаккумулятор дляработыавтономно отсети
- Объемпамяти: до250000значений

@ [OX " " " R# R& JOE 4 λ di d o !" fgn`w !" fgn`w %" fgn`w

R]me`o]ib`]\Xees]	
Измерение O_2	0...25об.
Измерение CO_2	0...CO_2макс.
Измерение CO	0...10,000ppm (H_2-комп.)
КПД	0...120
Потери тепла	-20...99.9
Измерение NO	0...3000ppm(опция)
Измерение NO_2	0...500ppm(опция)
Измерение SO_2	0...5000ppm(опция)
Тяга	-40...+40гПа;разр.:0.01гПа
Измер. температуры	-40...+1200ТС

Bluetooth

7-672

- Дооснащениемакс.6сенсорамигаза
- Управляющиймодульдляуправлениеиз отдаленнойдлядымоходаточки
- Большойцветнойграфическийдисплей
- Прочныйблоканализатора
- Легкодоступныйсервисныйотсек
- Автомат.мониторингуровнязаполнения конденсатосборника
- Контурывнешнегоохлаждения
- Встроенныйаккумулятордляработы автономноотсети
- Объемпамяти:250000значений
- СоединениепошинеданныхTesto

@ [OX " " " R# R& JOE 4 λ di d o !" fgn`w !" fgn`w %" fgn`w

R]me`o]ib`]\Xees]	
Измерение O_2	0...25об.
Измерение CO_2	0...CO_2макс.
Измерение CO	0...10,000ppm (H_2-комп.)
КПД	0...120
Потери тепла	-20...99.9
ИзмерениеNO	0...3000ppm(опция)
ИзмерениеNO $_2$	0...500ppm(опция)
ИзмерениеSO $_2$	0...5000ppm(опция)
Тяга	-40...+40гПа;разр.:0.01гПа
SP1	Q80гПа;разреш.:0.01гПа
R P2	Q1000гПа;разреш.:0.1гПа
Измер. температуры	-40...+1200ТС

L]jhfcf[`o]ibXw i]hj`l`bXn`w

Моделианализаторовдымовыхгазов 7-672внесены в Государственный Реестр Средств ИзмеренийРФподномером17271-08и допущеныкпримененииювРоссийскойФедерации.
Срок действия сертификата:до 01января 2014года.Межповерочный интервал -1 год.
Модель анализатора дымовых газов 7-672 внесенав ГосударственныйРеестр СредствИзмеренийРФподномером47581-11и допущена к применению в Российской Федерации.
Срок действия сертификата:до 24августа 2016года.Межповерочный интервал -1 год.
Модели анализаторов дымовых газов 7-672 вносятсяв ГосударственныйРеестрСредствИзмеренийРФ.Срок внесения:I квартал 2013г.
Модельанализаторадымовыхгазов 7-672внесенавГосударственныйРеестр СредствИзмеренийРФподномером 49192-12и допущена к применению в Российской Федерации.
Срок действия сертификата:до 06марта 2017года.Межповерочный интервал -1 год.

ВозможнопроведениеГосударственнойПервичнойиПериодическойповерки приборовс соответствующими зондамипоследующимканалам:

-Измерение концентрации O_2;-Измерение концентрации CO;
-Измерение концентрации NO;-Измерение концентрации NO_2;
-Измерение концентрации SO_2;-Измерение концентрации H_2S;
-Измерение концентрации C_xH_y;-Измерение концентрацииCO_2;
-Измерение температурыТС;-Измерениедиф.иабс.давлениягПа
-Измерение скоростипотокавоздуха;-Измерение относительной влажности.

Внимание -стоимость Государственной Первичной Поверки не включена в стоимость прибора и зондов.Уточняйтестоимостьповеркипризаказеприбора.
M`^]gh`Z]\]eXjXYc`nXiffjZ]jijZ`w`d]vq`miw`_d]h`j]ctesm
bXeXcfZ`Zf_df^esm\cwgfZ]hb`eXj]hh`jfh``PT`_d]h`j]ctesm
bXeXcfZ

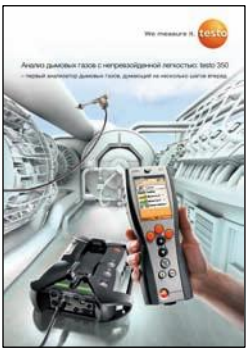
			!	!	%	%	")* [2]			>#	di
7-672	testo	testo							+	+	
7-672_	testo	testo							+	+	
7-672	testo	testo	testo						testo	testo	
7-672	testo	testo	testo						testo	testo	
7-672	testo	testo	testo	testo	testo				testo	testo	testo *
7-672	testo	testo	testo	testo	testo	testo	testo	testo	testo	testo	testo *

testo указанный канал для данного прибора внесен в Государственный Реестр Средств измерений РФ. Прибор может проходить ГосударственнуюПоверкуподанномуканалу(*-с трубкой Пито).

\+ канал отображения (без возможности проведения ГосударственнойПоверки).

Ecw gfcko]e`w \fgfce`j]ctefa `elfhdXn``_Xghfi`j]
ic]\kvq`]n]efZs]bXjXcf[`

U]efZfa bXjXcf[
:AeXc`_Xjfhs
\sdfZsm [X_fZ;



BhfpvhX
:MfZsa[X_fXeXc`_Xjfh
7-672

BhfpvhX
:AeXc`_\sdfZsm[X_fZ
\cwghfl]ii`feXcfZ;