Конспект семинара фирмы ГИРШ

Технический топливный газ

GIERSCH

ГИРШ Гмбх • ЗАВОД ЖИДКОТОПЛИВНЫХ И ГАЗОВЫХ ГОРЕЛОК
POSTFACH 3063 • D-58662 HEMER, ГЕРМАНИЯ
тел. 02372/965-0 • телекс 827449 • факс 02372/61240
В Швейцарии: ГИРШ АГ
OBERHAUSERSTR. 113 • CH-8152 GLATTBRUGG
тел. (01)812390 • факс (01)8112392

Содержание Стр.

	Введение	2
1	Результаты измерений технического топливного газа	4
2	Протекание процесса горения	12
3	Измерительная техника для практического использования	18
4	Определение производительности горелки	34
5	Электротехническое подсоединение газовой горелки	38
6	Арматура для газового подсоединения	48

С помощью данной брошюры мы сообщаем Вам информацию, содержащую наиважнейшие знания, которыми Вы должны обладать для обращения с нашими напорными газовыми горелками.
Нам бы хотелось уменьшить все еще встречающуюся воздержанность в отношении напорных газовых горелок. Пожалуйста, убедитесь сами, насколько несложным является монтаж, а также регулировка наших горелок. Повышенная экономичность и внимательное сервисное обслуживание являются известными признаками наших изделий.

ГИРШ ГмбХ
Завод по изготовлению жидкотопливных и газовых горелок

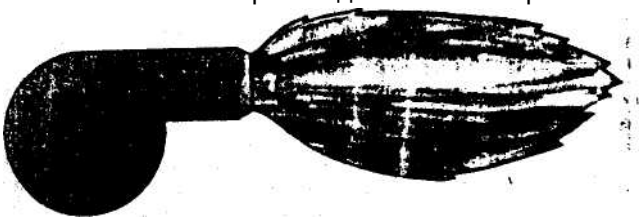
Петер Дюнхаупт

Надзор за огневыми установками является задачей верховной власти федеральных земель. Министерства внутренних дел федеральных земель издают указы о защите окружающей среды от воздействия экологически вредных выбросов и указы, касающиеся оборудования котельных (ZTA).

По теплотехнике существует обширная специальная литература, а также имеются многочисленные предписания PM и памятки ARD по этому предмету, действующие на территории ФРГ. Для практика часто бывает довольно сложно использовать литературу по соответствующему вопросу в своей ежедневной работе. Данное изложение должно облегчить понимание процессов горения и сообщить читателю некоторые простые взаимосвязи.

Конечно, все, что связано с техникой сжигания, стоит денег. Затраты возникают при приобретении, при вводе в эксплуатацию, техническом обслуживании, и, наконец, имеют место текущие производственные издержки.
Нашей целью должно стать создание надежных в эксплуатации и экономично работающих установок: клиент ожидает получить услугу, соразмерную своим затратам.

Номинальная теплопроизводительность горелки



DIN 4756 раздел 5.4.2.
Номинальная тепловая нагрузка горелки должна быть согласована с теплогенератором с учетом давления в топочной камере и коэффициента полезного действия.
Вопрос о том, как практик может выполнить это требование согласно вступившим в силу предписаниям по энергосбережению, должен быть рассмотрен в разделе 4.

1. Результаты измерений технического топливного газа
2. Протекание процесса горения
3. Измерительная техника для практического использования
4. Определение производительности горелки
5. Электротехническое подсоединение газовой горелки
6. Арматура для газового подсоединения

Согласно программе семинара далее должны быть рассмотрены следующие пункты:

1. Результаты измерений технического топливного газа
2. Протекание процесса горения
3. Измерительная техника для практического использования
4. Определение производительности горелки
5. Электротехническое подсоединение газовой горелки
6. Арматура для газового подсоединения

Для оценки процесса горения крайне необходимо контролировать его путем измерений.
Контроль за горением невозможно осуществить с помощью органов чувств человека.
Впредь производительность горелки должна быть вычислена для выполнения предписаний DIN.

1. Результаты измерений технического топливного газа
2. Протекание процесса горения
3. Измерительная техника для практического использования
4. Определение производительности горелки
5. Электротехническое подсоединение газовой горелки
6. Арматура для газового подсоединения

Тот, кто хочет определить номинальную тепловую нагрузку котла согласно DIN 4756, прежде должен разобраться с результатами измерений технического топливного газа.

Количество теплоты =

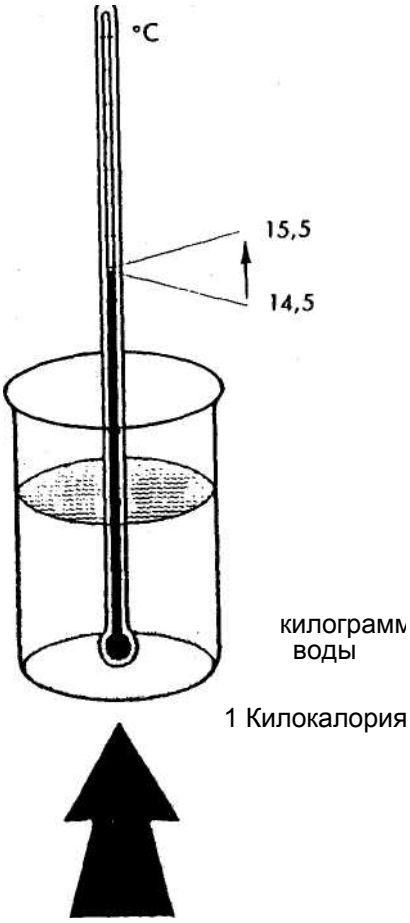
Прежнее определение единицы количества теплоты килокалории дается как количество теплоты, которое нагревает 1 кг воды при давлении в 1013 мбар с 14,5° С до 15,5° С. Согласно DIN 1345 единица количества теплоты как единица энергии устанавливается по-новому. Из-за неточностей измерений сегодня удельную теплоемкость воды более не определяют при известных условиях, а выражают ее в джоулях.

$$c = 4{,}185 \frac{кДж}{кг \cdot град} = 75{,}5 \frac{кДж}{моль \cdot град}$$

Следует запомнить, что Джоуль или сокращенно Дж является только лишь более коротким обозначением единицы энергии Нм (как сила х путь). Так как единица силы Н, являясь единицей системы МКГС, выводится из массы (кг) и ускорения (м/с^2) как 1 Н = 1 кг-м/с , то для единицы энергии, как единицы количества теплоты, получается:

$$1 Дж = 1 Н \cdot м = 1 \frac{кг \cdot м}{с^2} м = 1 \frac{кг \cdot м^2}{с^2}$$

Следовательно, можно с достаточной для техники точностью вычислить:



1 Дж = 1 Вт·с ≈ 0,24 кал = 0,24/1000ккал

1 кДж = 0,24 ккал

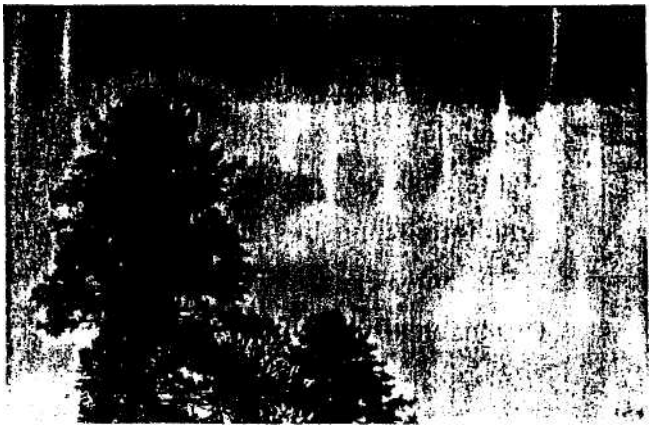
1 кВтч = 3,6·10^6 Вт·с = 3,6-10^6 Дж ≈ ≈ 860 ккал

1 ккал = 4186,8 Дж ≈ 4187 Дж ≈ 4,2 кДж

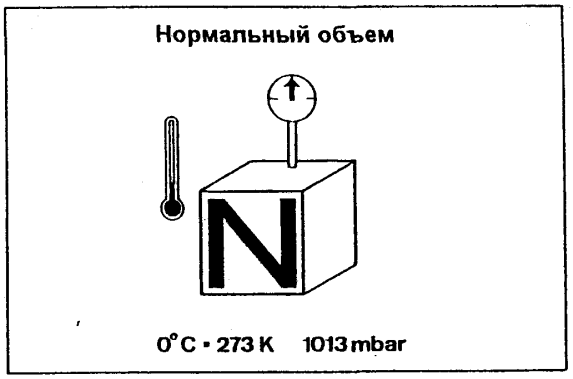
1 Дж/с = 1 Н·м/с - 1 Вт

Тепловой поток или же выраженное числом количество теплоты, которое в единицу времени, равную 1 часу, из среды, отдающей тепло, переходит в среду, принимающую тепло, выражается в Дж/с или по отношению к тепловой мощности в Вт или также в кратных единицах кВт или МВт.
Составная единица Дж/с называется Вт.

Воздух

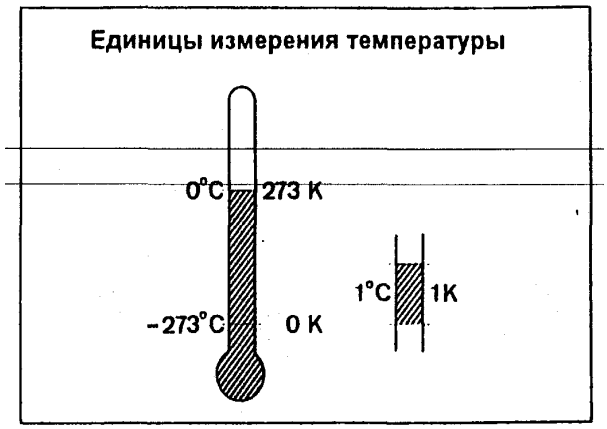


Воздухом называется смесь различных газов, которая образует атмосферу Земли. Он имеет, как любая другая материя, вес и оказывает на поверхность Земли давление, давление воздуха. На уровне моря оно равняется 1013 мбар.
По причине целесообразности давление воздуха указывается в миллибарах (мбар). 1 бар=1000 мбар. До сих пор давление воздуха измерялось в миллиметрах ртутного столба (мм. рт. ст. или мм Hg). 750 мм рт.ст. = 750 торр = 1 бар = 1000 мбар.



Vn = Нормальный объем

Единицей объема газа является кубический метр. Объем определенного количества газа зависит от соответствующих параметров состояния. Ими являются температура и давление газа. Нормальное состояние газа характеризуется параметрами состояния температуры 0° С и абсолютным давлением в 1013,25 мбар = 760 торр.



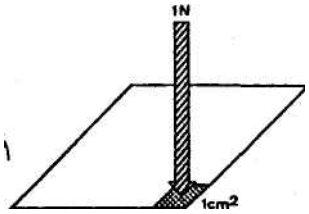
Единицы измерения температуры

Температура по шкале Цельсия. Обозначается в °С. Точка замерзания воды 0° С. Точка кипения воды 100° С. Температура выше точки замерзания имеет знак (+). Температура ниже точки замерзания имеет знак (-).

Температура по шкале Кельвина или термодинамическая температура, обозначение единицы К.

Объем газа при температуре 0° С уменьшается при понижении температуры в 1°С на 1/273,15 часть своего объема. Вывод: если точка температуры -273,15° С, то объем равен 0. Эта точка была определена как "абсолютная нулевая точка" — начальная точка термодинамической температурной шкалы 0 К. При разности температуры: 1° С = 1 К.

Единица измерения давления



1N/см^2·100 mbar · 0,1 Ьar
(1N/m^2 · 1 Pa)

Под давлением понимается частное от деления силы на площадь. 1 Ньютон — это сила, которая телу с массой в 1 кг сообщает ускорение в 1 м/с^2.

1Н = 1 кгм/с^2=1 кгм/с^2

1Н ≈ 1/9,81 кПа

1 бар соответствует примерно давлению атмосферы (воздушной оболочки), до сих пор приблизительно равному 1 кПа/см^2.

Hu = теплота сгорания [кВтч/кг, кВтч/м^3]

Теплота сгорания [кВт·ч/кг, кВт·ч/м^3], ранее ккал/кг, ккал/м^3. Теплота сгорания Hu - это количество теплоты, которое освобождается при полном и абсолютном сгорании 1 кг твердого или жидкого или 1 м^3 газообразного топлива, когда продукты сгорания охлаждаются до исходной температуры (25° С), а вода сгорания (расчетно) пребывает в парообразном состоянии.

H_{uB}- рабочая теплота сгорания

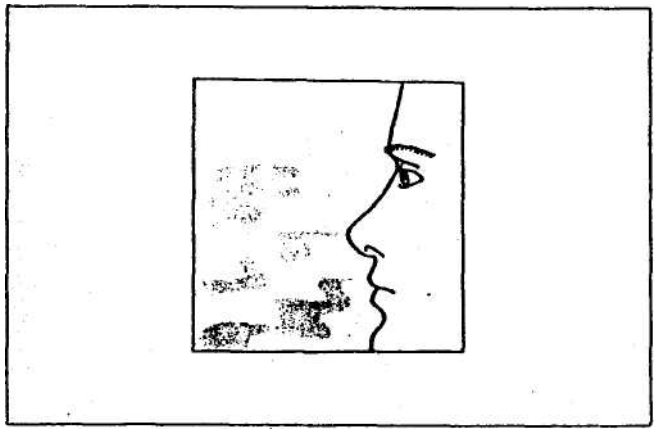
Рабочей теплотой сгорания H_uв технического топливного газа является количество теплоты, которое освобождается при полном сгорании 1 м^3 газа, производя расчет в рабочем состоянии, и на которое мы можем на практике рассчитывать. Она указывается в кВт·ч/м^3 (до сих пор ккал/м^3) и ее величина примерно на 7% ниже H_u.

Пример для природного газа:

H_o = 9300 ккал/м^3 (=10,82 кВт·ч)

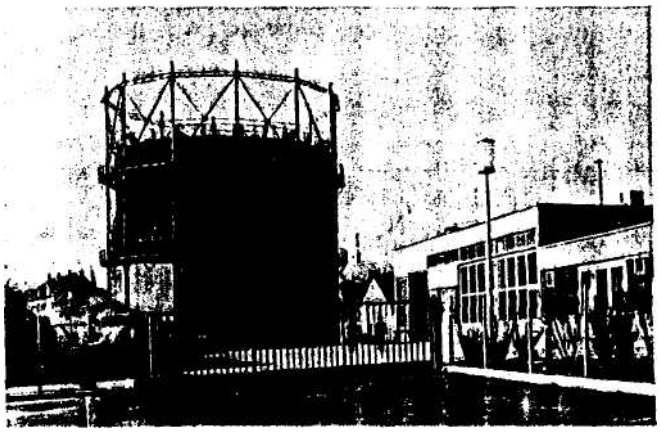
H_u = 8360 ккал/м^3 (= 9,72 кВт·ч)

H_{uB} = 7775 ккал/м^3 (= 9,05 кВт·ч)



Технический топливный газ

Газом, как правило, является смесь большого числа отдельных горючих га зов, которые могут быть разбавлены не горючими составляющими (так называемые инертные, как например, азот, двуокись углерода). В зависимости от своего состава эти "технические топливные газы" имеют очень различные свойства в отношении теплоты сгорания и режима горения. Для разновидностей газа в качестве одной из возможных классификаций выбрано понятие "семейств газов". Последние в свою очередь подразделяются в зависимости от числа Воббе и теплоты сгорания на группы А, Б и т.д. Теплотехнические характеристики вытекают из директивы DVGW G 260.



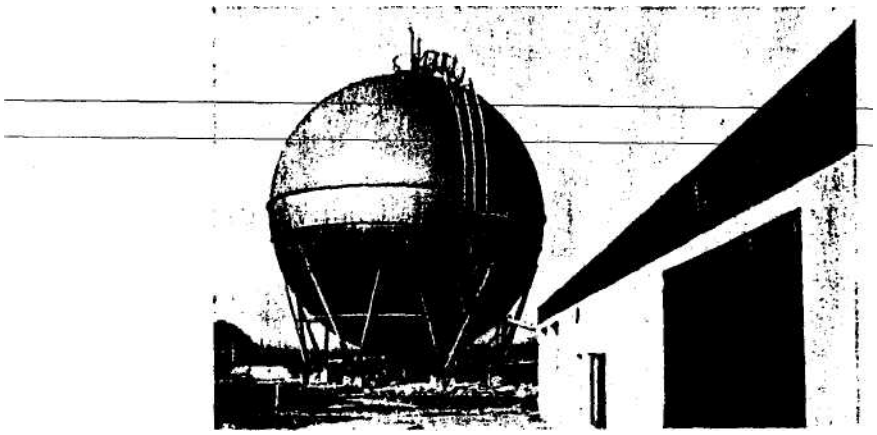
Семейство газов: **городской газ и газ дальнего газоснабжения**
(краткое обозначение S)

Эти газы имеют высокое содержание водорода (H_2), они существенно легче воздуха и их получают классическим методом коксования или в результате расщепления из природного, рафинированного сжиженного газа или легкого бензина.

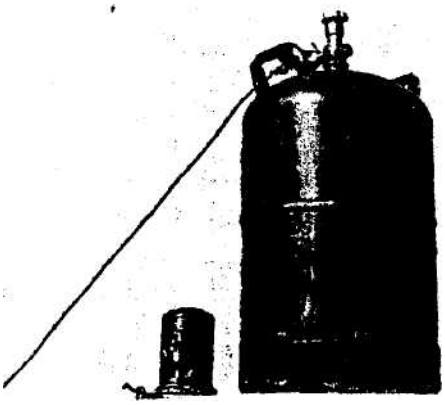
Теплота сгорания = 4,42-4,86 кВт·ч/м^3_n

=3800-4200 ккал/м^3_n

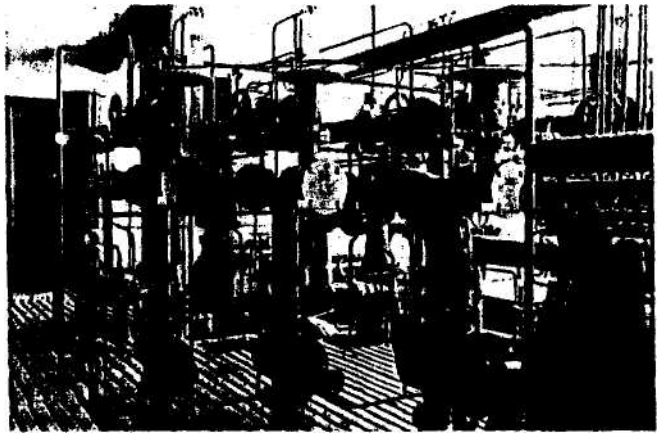
Давление истечения: минимум 8 мбар перед арматурой.



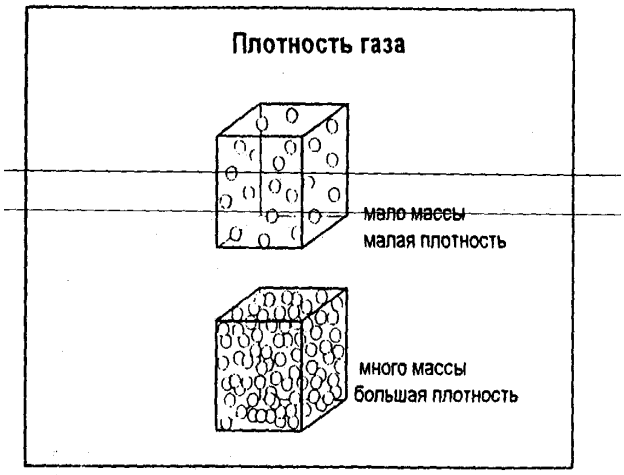
Семейство газов: **природный и попутный (нефтяной) газ**
(краткое обозначение: N)
Это природные газы. Они состоят большей частью из метана (CH_4) и в зависимости от месторождения или места добычи смешаны с инертными (негорючими составляющими) газами или тяжелыми углеводорода-ми (C_nH_m).
Они тяжелее, чем городской газ и газ дальнего газоснабжения, но пока еще легче воздуха.
Теплота сгорания = 7,89-11,86 кВт·ч/$м^3_n$
= 6800-10200 ккал/$м^3_n$
Давление истечения: 20 мбар перед арматурой.



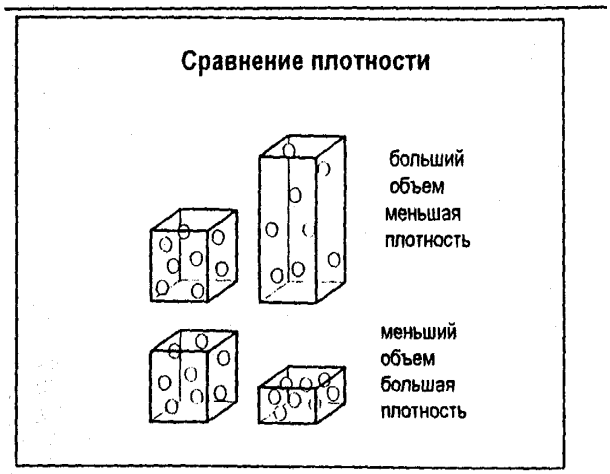
Семейство газов: **Сжиженный газ**
(краткое обозначение: F)
Они являются побочным продуктом при рафинировании нефти и состоят на 95% из пропана или бутана или смеси того и другого. Остаток состоит из пропилена, этана, этилена и бутилена. Эти газы существенно тяжелее воздуха (поэтому нужны особые меры предосторожности!) и могут быть сжижены под давлением.
Теплота сгорания = 25,9-34,4 кВт·ч/$м^3$
≈12,8 Вт·ч/кг
Давление истечения: минимум 50 мбар перед арматурой.



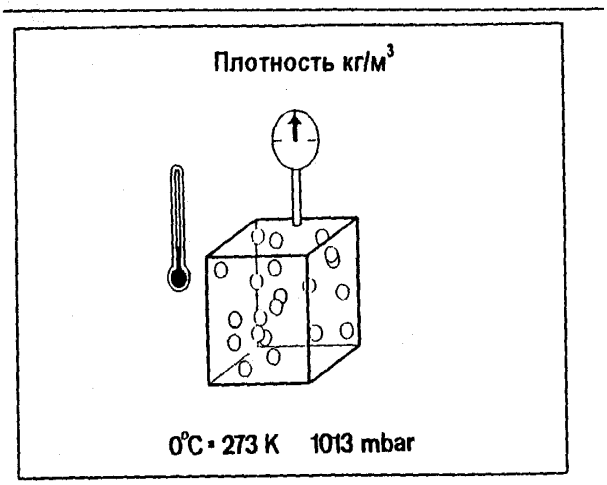
Семейство газов: **смеси из углеводородных газов и воздуха**.
Эти смеси из сжиженного газа и воздуха или смеси из природного газа и воздуха могут быть использованы в зависимости от соотношения компонентов топлива в качестве замены для городского и природного газа, без необходимости существенного изменения конструкции горелок.
Теплота сгорания = 4,58-6,72 кВт·ч/$м^3_n$
= 3950-5800 ккал/$м^3_n$
Давление истечения: минимум 12 мбар перед арматурой.



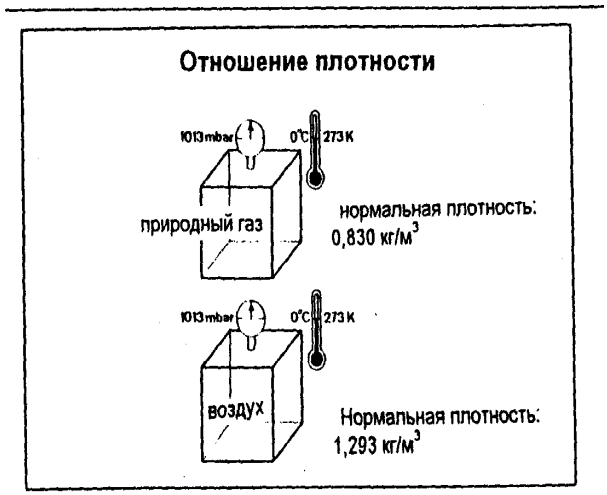
Для выяснения плотности газовых смесей следует плотность отдельного газа помножить на его процентное содержание в смеси и затем сложить полученные отдельные результаты.



Если температура определенного объема газа повысится, то он расширится, если ограничивающие его поверхности могут свободно перемещаться. Число молекул не изменится, масса распределилась в большем объеме. Плотность (масса, деленная на объем - кг/м^3) стала меньше.



Газы можно сравнивать между собой только при одинаковых условиях в отношении температуры и давления. Плотность воздуха в нормальном состоянии составляет 1,2931 кг/м^3.

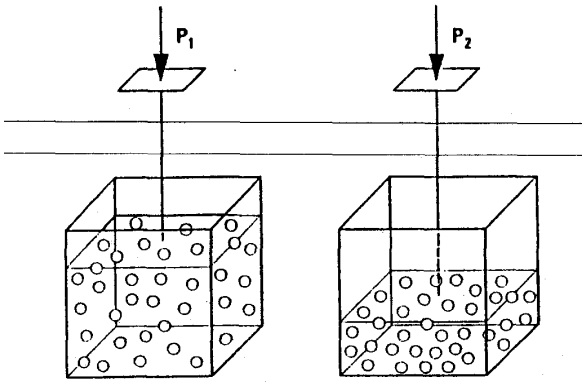


Отношение плотности - относительная плотность

Относительная плотность d - отвлеченное число - используется в газовой технике вместо плотности. Она показывает отношение плотности газа к плотности воздуха при одинаковых условиях их состояния.

Относительная плотность воздуха составляет d = 1.

$d = \rho$ газа/ρ воздуха



Зависимость от давления

При постоянной температуре объем газа зависит от давления. При повышении давления объем уменьшается:

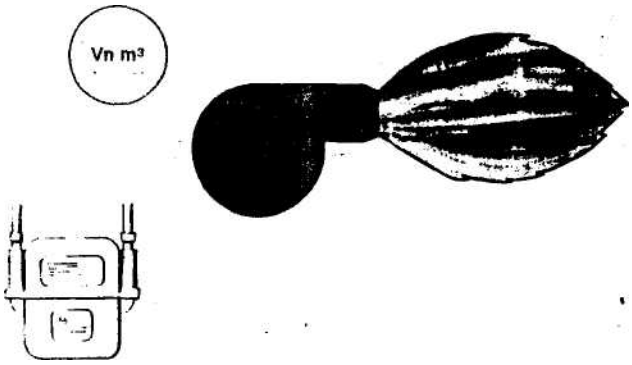
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$W_o = \frac{H_o}{\sqrt{d_V}}$$

Число Воббе является показателем качества газа. С помощью этого числового значения можно проверить взаимозаменяемость топливных газов. Так, одно и то же число Воббе означает остающийся постоянный подвод тепла, независимо от состава газа. Например, для практика абсолютно необходимо в случае изменения газоснабжения установить с помощью числа Воббе, гарантирована ли еще номинальная нагрузка после его изменения. Число Воббе вычисляется из верхней теплоты сгорания H_o и квадратного корня из отношения плотностей d_v по формуле:

$$W_0 = \frac{H_0}{\sqrt{d_V}}$$

Расход воздуха для горения



К количеству газа, которое необходимо сжечь, следует подать соответствующее количество кислорода или же воздуха. Теоретически газ должен был бы сгореть без остатка и полностью израсходовать кислород, содержащийся в воздухе для горения. Но абсолютно полное сгорание на практике почти никогда не достигается.

Полное сгорание имеет место только тогда, когда углерод (C) сгорает до двуокиси углерода (CO), а водород (H_2) - до водяного пара (H_2O).

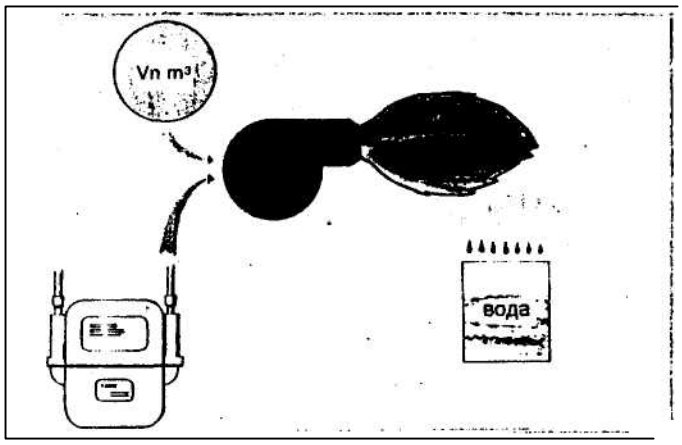
С помощью элементарного анализа можно совершенно точно вычислить, сколько кислорода либо воздуха потребуется, чтобы сжечь \/n 1м^3 топливного газа. Расход воздуха $V_{l\ min}$ -это количество воздуха в V_n м^3/ V_n м^3 , которого как раз достаточно для сжигания, чтобы в качестве продуктов сгорания поставлять только двуокись углерода (CO_2), водяной пар (H_2O) и, возможно, двуокись серы (SO_2). Азот (N_2), содержащийся в воздухе до горения, привносится в качестве балласта. На практике работают с избытком воздуха (для горения).

Для топок с общей номинальной теплопроизводительностью **до 50кW:**
Минимальное сечение воздухопроводящего канала = 300 см^2
При общей номинальной теплопроизводительности свыше **50 кВт:**
Увеличения сечения воздухопроводящего канала на 2,5 см^2 для каждого 1,0 кВт (1000 ккал/ч).
При использовании решетки сечение воздухопроводящего канала должно быть увеличено на 20%.

Проветривание котельных
В целом слишком мало внимания обращается на то, как важна подача воздуха для надлежащего протекания процесса горения. Котельные должны иметь постоянное, равномерное и, по возможности, сквозное проветривание. Каналы, шахты или вентиляционные трубы, а также их отверстия должны быть достаточно большими. Отверстия для подачи и отвода воздуха следует держать постоянно полностью открытыми.
Подводимый воздух должен поступать непосредственно с улицы и входить самое большее на высоте 50 см от пола котельной.
Отверстия для подачи воздуха, расположенные на проезжей части и на высоте менее 2 м над уровнем местности, должны быть снабжены прочной решеткой с минимальными отверстиями в ней 10 х 10 мм.
Пример: номинальная теплопроводность котла 200 кВт

$$Аг=300\ см^2 + (200\ кВт - 50\ кВт)\ \frac{2{,}5\ см^2}{кВт}$$

$$= 300\ см^2 + 375\ см^2 = 675\ см^2$$



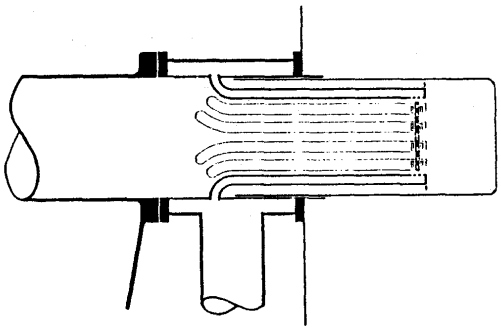
При сгорании в уходящих газах образуется водяной пар, в зависимости от вида топлива количество воды, получающееся при полной конденсации, различно. Так, например, при сжигании V_n 1м^3 городского газа образуется ~0,75 кг воды.

Семейство газов (DVGW директива G260/83 и директивы GWI)				
	кВтч/ м^3_n	CO_2 макс.%	Плотность р кг/м^3	Теоретич. расход воздуха $V_{Iмин}$ м^3/м^3
1. S=городской газ - газ дальнего газоснабжения диапазон H_{un}	4,1-5,3	13-10	0,52-0,78	3,7-4,6
2. N=природный газ L диапазон H_{un}	7,6-9,8	11,7-12,3	0,72-0,91	7,5-11,4
H диапазон H_{un}	9,6-11,1			
L Голландия H_{un}	8.8	11,7	0,82	8,5
типичный газ H Россия H_{un}	10.4	11,8	0,79	9,7
H Экофиск H_{un}	11,2-11,8	12.,3	0,86	10,7-12,3
3. F=сжиженный газ Пропан H_{un}	25,9	13,8	2,01	23,8
Бутан H_{un}	34,4	14,1	2,71	30,9
4. FL=сжиженный газ - воздушные смеси				
Пропан-воздух 1:4 H_{un}	6,9	13,8	1,48	6,3
Бутан-воздух 1:5 H_{un}	6,9	14.1	1,56	6,2

1. Результаты измерений технического топливного газа
2. **Протекание процесса горения**
3. Измерительная техника для практического использования
4. Определение производительности горелки
5. Электротехническое подсоединение газовой горелки
6. Арматура для газового подсоединения

Протекание процесса горения для технических газов

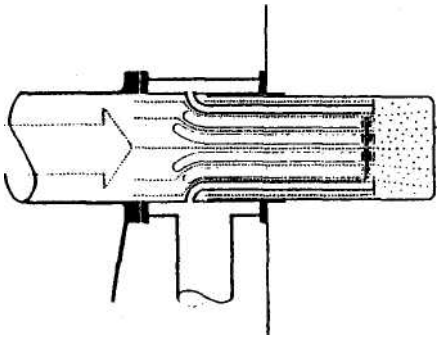
Под горением понимают, если говорить упрощенно, химическую реакцию между "кислородом и горючими веществами с образованием огня, в результате чего возникает большое количество тепла. Процесс горения возможен только тогда, когда подготовленная к сжиганию смесь будет нагрета до своей температуры воспламенения. Тепло, освобождающееся в начале горения, поддерживает далее горение вследствие расщепления молекул. Если же необходимая для реакции температура не будет достигаться, то процесс горения прекращается. Вопрос о взаимосвязях процесса горения для технических газов должен быть в этом разделе рассмотрен подробнее.



Смесительное устройство

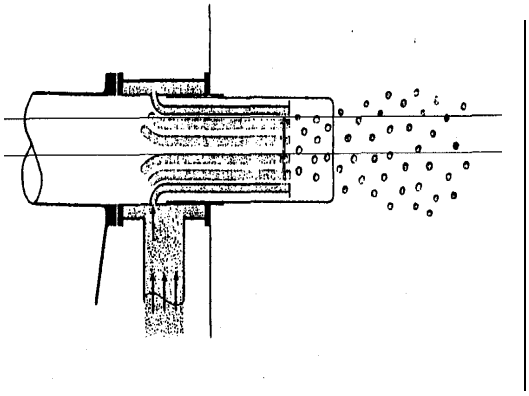
Свойства смесительного устройства горелки являются основой для качества горения. Газ должен сгорать с высоким К.П.Д.

Предпосылкой для этого является то, что смешивающее устройство настроено в соответствии с расходом газа, видом топливного газа и горючими свойствами газа - под ними подразумевают физические и химические качества, которые определяют процесс горения.



Подача воздуха для горения

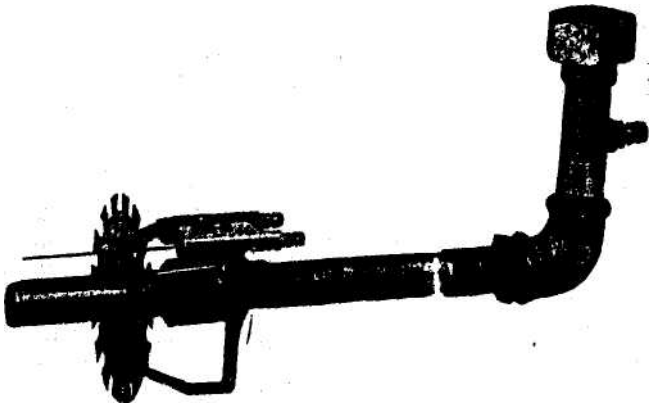
Вентилятор, который, как правило, имеет конструкцию высокопроизводительной воздуходувки, подает необходимый для горения воздух к смесительному устройству. Через приспособления, которые помещаются на всасывающей стороне вентилятора, можно изменять подаваемое количество воздуха.



Подведение газа

Чтобы осуществить сжигание технических топливных газов, газ должен быть подготовлен для горения.

для напорных газовых горелок первый шаг этого процесса происходит внутри головной части трубы для подвода газа в горелку. Газ подводится с помощью соответствующего трубопровода к головной части газоподающей трубы. В головной части он делится и устремляется к выходу через сопла.

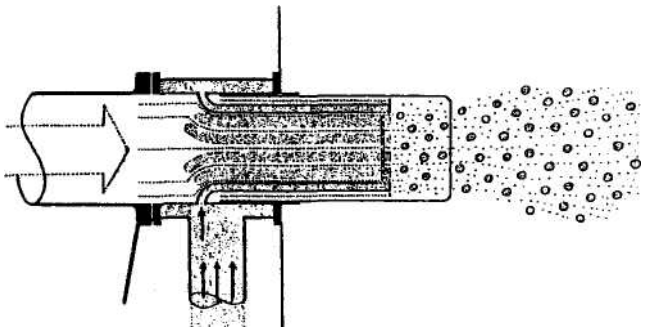


Газовое сопло

Принципиально различают газовые сопла с неизменяемым сечением отверстий и газовые сопла с регулированием расхода.

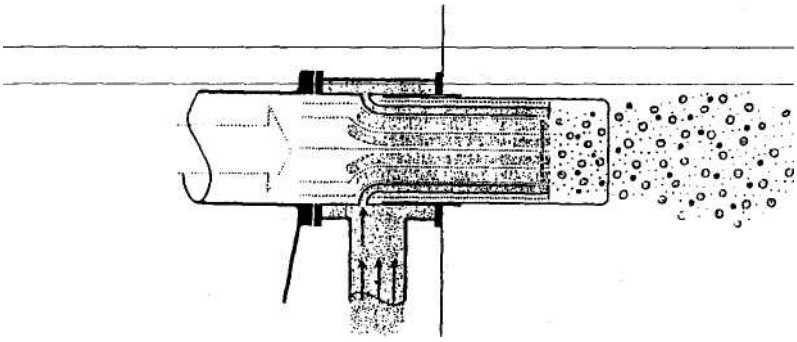
В первом случае диапазон нагрузок горелки предопределен выбором сопла, регулировка расхода газа осуществляется тогда с помощью электромагнитного клапана и регулятора давления; эти сопла имеют то преимущество, что они могут доходить до самого основания пламени, т.к. изготовлены из жаростойкого материала.

Газовые сопла другого вида имеют регулирование расхода, т.е. благодаря из меняемому сечению может быть изменен расход газа; но эти сопла из-за подвижных частей имеют большей частью воздушное охлаждение.



Теоретический расход воздуха

Это то количество воздуха в нормальном состоянии, которое необходимо для такого сжигания $\mathbf{V_n}$ **м**^{3} топливного газа, чтобы в уходящих газах появлялись только двуокись углерода, водяной пар, азот и т.п. Теоретический расход воздуха можно определить для любого топлива. Так как разные виды топлива имеют различное содержание таких главных компонентов, как углерод и водород, выражаемое углеродно-водородным отношением (=отношение C/H) или же в %, то для каждого топлива получается теоретически присущий данному топливу удельный расход воздуха для горения. На данном рисунке состав смеси газ/воздух представлен в равных частях. Как можно видеть из рисунка, там образовались "пары" частиц воздуха/газа. Нет ни одной "лишней" частицы газа или воздуха: сгорание здесь было бы полным.



Избыток воздуха или эффективный расход воздуха $V_{L\ eff}$

Как уже упоминалось, проблема при подаче воздуха состоит в том, что во время процесса сжигания подводится достаточно воздуха к тому месту топочной камеры, где происходит химический процесс преобразования.

Если бы при нормальных производственных условиях стали подавать только теоретическое количество воздуха, получаемое в результате стехиометрического расчета, то тогда не было бы никакой гарантии в том, что необходимое количество воздуха своевременно и в достаточном количестве будет подано к каждой частице углерода и водорода.

В одном месте топочной камеры было бы слишком мало, а в другом месте - слишком много воздуха. Слишком малое количество воздуха означает, что часть углерода не сгорит. Неполное же сгорание означает присутствие CO в уходящем газе (горючий, взрывоопасный, легче воздуха, ядовитый) и образованию сажи. И то, и другое, не сгорая, попадает в окружающую среду или же сажа осаждается на поверхности стен котла или в выхлопной трубе.

Этой опасности можно избежать путем повышения избытка воздуха, т.к. здесь в таком достаточном количестве присутствует кислород (воздух), что при нормальных производственных условиях топливо отдает содержащееся в нем отопительное тепло (теплоту сгорания) в результате полного сгорания. Повышенный избыток воздуха имеет все же тот недостаток, что больший объем уходящего газа, забирающий у котла полезное тепло, существенно повышает потерю тепла с уходящими газами и тем самым ухудшает к.п.д.

Коэффициент избытка воздуха n

$$n = \frac{CO_2\ \text{макс.}}{CO_2\ \text{измеренное}}$$

Определение избытка воздуха

Определение избытка воздуха возможно только в результате расчета. Измерить его можно лишь косвенным путем через показатель CO_2. При этом действительна следующая формула:

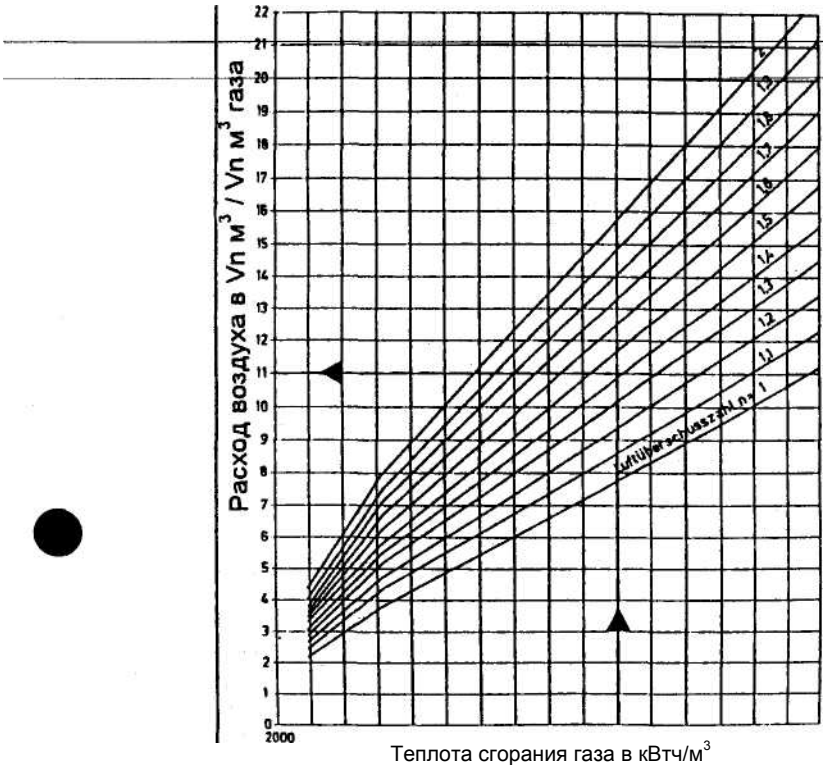
$$n = \frac{CO_2\ \text{макс.}}{CO_2\ \text{измеренное}}$$

Пример: Вычислите, какое количество воздуха $V_{L\ eff}$ при n=1,3 было подано на установку!

$V_{L\ eff} = n\ V_{L\ th} = 1{,}3 \cdot 8{,}8 = 11{,}05\ м^3$

2.33 **Расход воздуха для сжигания газообразных видов топлива**

ЭООО «000 $000 6000
7000 «000 90ЛЛ 10000



После того, как был найден выше указанным способом коэффициент избытка воздуха n и известна теплота сгорания Vn м^3 имеющегося в нашем распоряжении газа, можно с данной диаграммы считать расход воздуха в Vn м^3 / Vn м^3 газа.

Пример считывания:

В распоряжении имеется газ с теплотой сгорания Vn 8,14 кВтч/м^3 и получен коэффициент избытка воздуха n=1,4, тогда расход воздуха Vn 11 м^3/Vn м^3.

К.п.д. топки для городского газа
коэффициент избытка воздуха п

13.» пя 13 ПЗ II П.*

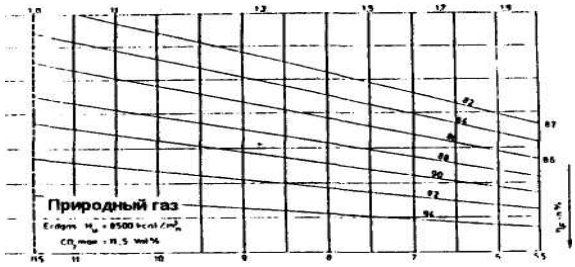
содержание CO_2 в объемных %

к.п.д. топки газа ηF по данным института тепла и газа г. Essen

Из данного графика можно получить наиважнейшие характеристики и коэффициент ηF при сжигании городского газа.

» $H_и$ = 4,42 кВтч/м^3 $_п$ городского газа

к.п.д. топки для природного газа и смесей природного газа и воздуха



Из данного графика можно получить наиважнейшие характеристики и коэффициент ηF при сжигании природного газа в смесях природного газа и воздуха

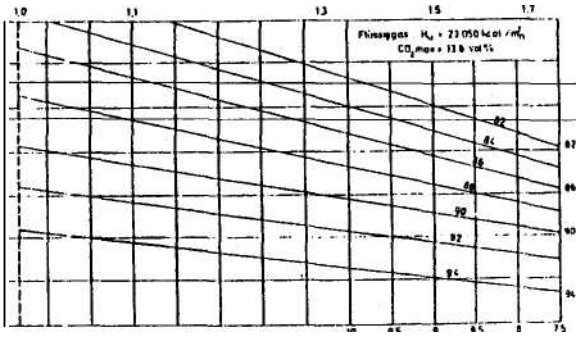
коэффициент избытка воздуха n

Hu= 9,88 кВтч/м^3

содержание CO_2 в объемных */•

к.п.д. топки для сжиженного газа

коэффициент избытка воздуха п



содержание $CO_г$ в объемных %

Из данного графика можно получить наиважнейшие характеристики и коэффициент ηF при сжигании сжиженного газа.

H_{un} = 26,80 кВтч/м^3
H_{un} = 12,8кВтч/кг

газ + воздух → теплота + уходящий газ

C_mH_n + O_2 + N_2 → теплота + CO_2 + H_2O + N_2

около 21% кислорода

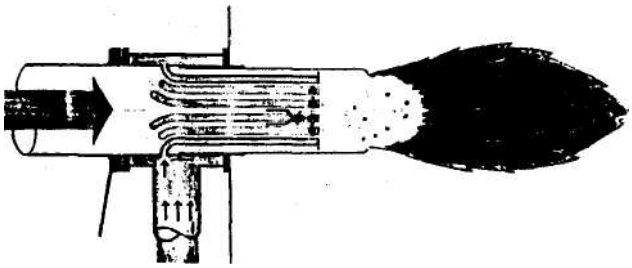
около 79% азота

около 10% двуокиси углерода

около 15% водяного пара

Метан (напр. CH_4)

сетевая вода воздух вода для бытового использования



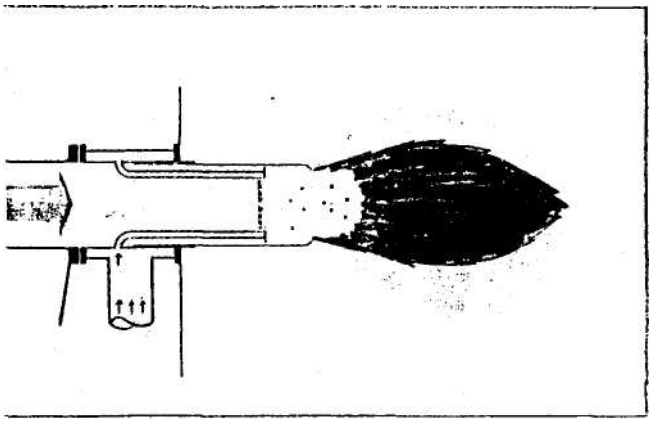
Здесь мы суммируем самые важные моменты протекания процесса горения.
К ним относятся:
Приготовление и смешивание, разогрев, воспламенение, реакция и затем тепловое излучение.
Для первоначального воспламенения изображенной здесь топливной смеси используется искра зажигания. Последняя может быть получена с помощью запального трансформатора. При вводе в действие запального трансформатора ток преобразуется с повышением и направляется к запальному электроду. Возникает искра зажигания, от которой воспламеняется смесь. Реакция распространяется в направлении, противоположном направлению потока. Тепло, произведенное пламенем, отдается в окружающую среду.

Скорость воспламенения

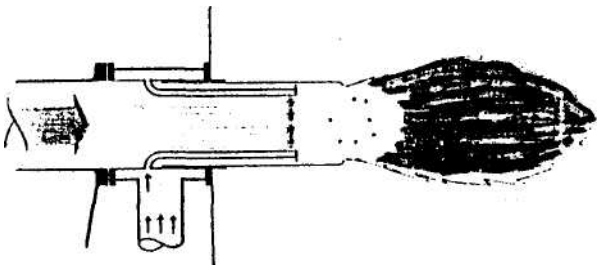
Последняя показывает, с какой скоростью происходит сгорание газо-воздушной смеси. Она зависит от концентрации газа и от компонентов отдельных газов. Доля инертных газов сказывается на скорости воспламенения понижающе. Скорости воспламенения газа являются различными и составляют для:

Городской газ	68 см/с
Газ дальнего газоснабжения	78 см/с
Природный газ	35-40 см/с
Пропан и Бутан	42 см/с

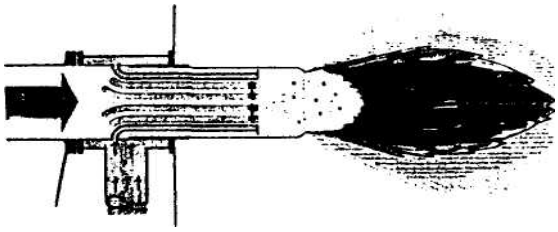
Рассматривая эти скорости, можно сделать вывод, что городской и дальний газ более воспламеняемы, т.е. проще для воспламенения и менее склонны к обрыву, чем природный и сжиженный газы.



Под уходящими газами понимается сумма продуктов сгорания, образующихся в процессе горения, включая азот, который подается вместе с воздухом для горения и не сгорает. Различают сухой и влажный уходящий газ. Во влажном уходящем газе содержится возникающий в процессе горения водяной пар и вода, принесенная вместе с топливом и воздухом.
При конструировании газоотводящих каналов и дымовых труб следует принимать в расчет влажность уходящих газов.
Как уже отмечалось, объем уходящего газа будет тем больше, чем меньше показатель CO_2.
Запомните:
Большой объем уходящего газа — низкий показатель CO_2.



Объем уходящего газа будет тем меньше, чем ближе подходить к показателю CO_2, достигаемому на практике.
Запомните:
Малый объем уходящего газа - высокий показатель CO_2.



Противопоставление малого и большого объемов уходящего газа. Здесь становится понятным, что на величину объема уходящего газа можно оказать существенное влияние при регулировании горения и что многие негативные факторы протекания процесса горения кроются в слишком большом объеме уходящего газа. Этот принцип также указывает на то, что всегда следует добиваться, по возможности, полного сгорания.

Протекание процесса горения

Резюме:
Для хорошего горения требуется
-Высокое содержание CO_2 и малый объем уходящего газа
-Избыток воздуха, но как можно меньший
-При этом преимущество: Исключение негативных факторов в процессе горения
-Желательно: более высокий к.п.д., более низкое сопротивление со стороны уходящих газов

Резюме:

Протекание процесса горения
Для хорошего горения требуется:
Высокое содержание CO_2 и малый объём уходящего газа, избыток воздуха, но как можно меньший.
При этом преимущество:
Исключение негативных факторов в процессе горения.
Желательно:
Более высокий к.п.д., более низкое сопротивление со стороны уходящих газов.

1. Результаты измерений технического топливного газа
2. Протекание процесса горения
3. **Измерительная техника для практического использования**
4. Определение производительности горелки
5. Электротехническое подсоединение газовой горелки
6. Арматура для газового подсоединения

Чтобы иметь возможность управлять выше изложенным процессом горения, неизбежно применение определенной измерительной техники.
Так как человеческие органы чувств не в состоянии точно регистрировать протекание процесса горения, следует с помощью измерений привлечь анализ, который отвечал бы практике.

3.1 Измерение расхода газа
3.2 Измерение давления газа в месте его подведения
3.3 Измерение температуры всасываемого воздуха t_1
3.4 Измерение температуры уходящего газа t_a
3.5 Измерение содержания CO_2
3.6 Измерение содержания CO
3.7 Измерение содержания O_2
3.8 Измерение содержания сажи
3.9 Измерение давления в топочной камере и на входе в дымовую трубу

Итак, что следует измерить!

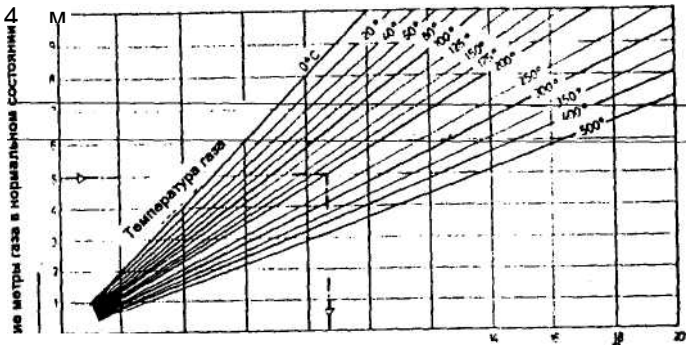
1. Расход газа
2. Давление газа в месте его подсоединения
3. Температуру всасываемого воздуха
4. Температуру уходящего газа
5. Содержание CO_2 в уходящем газе
6. Содержание CO в уходящем газе
7. Содержание O_2 в уходящем газе (только для больших установок)
8. Тест на сажу
9. Давление в топочной камере и на. входе в дымовую трубу.

Здесь все же следовало бы отметить, что на практике отдельные измерения выполняются в иной последовательности.

3.1 Измерение **расхода газа**
3.2 Измерение давления газа в месте его подведения
3.3 Измерение температуры всасываемого воздуха t
3.4 Измерение температуры уходящего газа t_a
3.5 Измерение содержания CO_2
3.6 Измерение содержания CO
3.7 Измерение содержания O_2
3.8 Измерение содержания сажи
3.9 Измерение давления в топочной камере и на входе в дымовую трубу

При вводе в эксплуатацию необходимо произвести определение расхода топлива и отрегулировать горелку в соответствии с действительным расходом газа. Расходом газа или номинальной нагрузкой газового котла является подведенное в газе в единицу времени количество теплоты, измеряемое в кВт или же $м^3$/ч. Номинальная нагрузка соотносится с необходимой регулировкой газа, чтобы котел мог выйти на полную мощность.

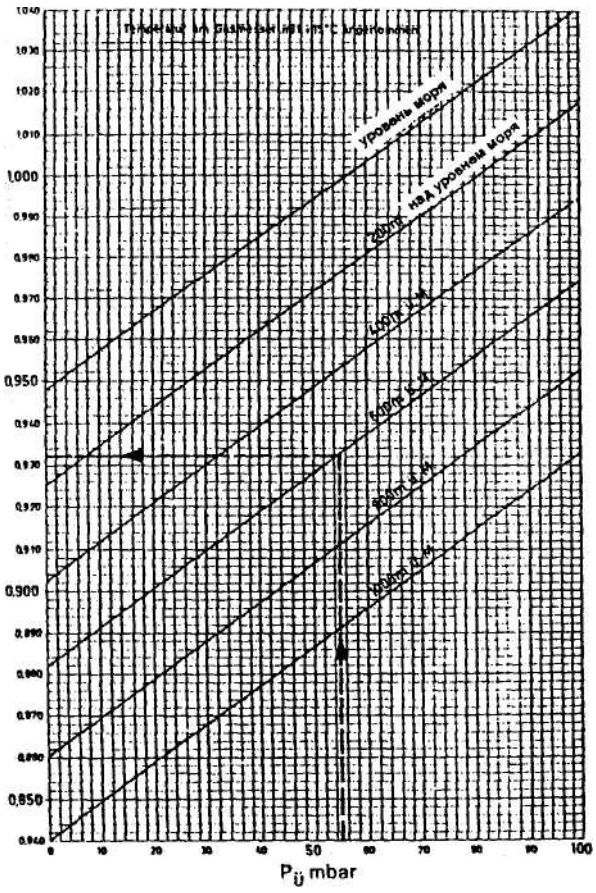
Объем газа измеряется в $м^3$. Какое количество газа займет пространство в $м^3$, зависит от давления, температуры и содержания влаги. Нормальным объемом одного кубического метра является объем газа соотнесенный со стандартным физическим состоянием газа при 0° С и давлении в 1013,25 мбар.



.Действительный объем газа [м^3]

Преобразование нормальных кубических метров в действительный объем газа.
Как явствует из изложенных выше законов, объем, давление и температура находятся во взаимодействии и тем самым оказывают влияние на теплопроизводительность.
С помощью данной таблицы можно определить действительный объем газа в зависимости от температуры.
Пример:
Vn 5 м^3 нагревают до 200° С. Действительный объем газа будет **8,7 м^3 .**

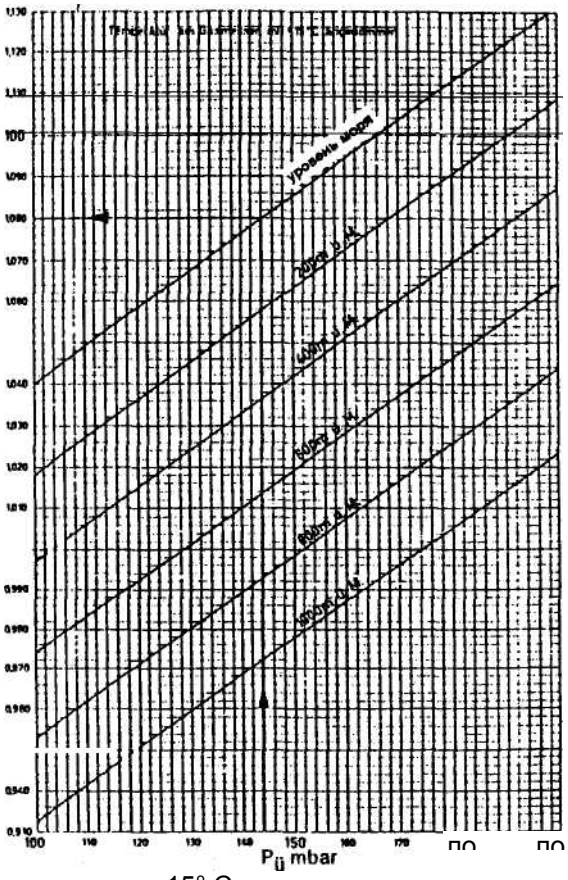
допустим, что температура на га-



зомере 15° С

С помощью данной таблицы можно определить коэффициент пересчета для преобразования газа из нормального состояния [Vn m^3] в рабочее состояние [м^3] или наоборот при давлении газа в 0-100 мбар.
Полученная с помощью формул или показываемая на газовых приборах номинальная нагрузка относится к теплоте сгорания газа в нормальном состоянии, будучи измеряемой при 0° С и давлении в 1,013 бар. Газомеры же измеряют протекающее количество газа в рабочем состоянии, т.е. при том давлении и той температуре, которые имеет газ в момент измерения.
Пример для определения коэффициента пересчета с помощью таблицы:
Температура газа на газомере равна +15° С.
Давление газа в месте подведения равно 55 мбар.
Установка расположена в месте, которое лежит на высоте 600 м над уровнем моря.
Получаем коэффициент пересчета равный 0,932.
Примеры преобразования:
1. Преобразование из нормального со - стояния в рабочее состояние:
$H_{un} \cdot 0{,}932 = H_{uB}$
11,05 кВтч/м^3_n·0,932 = 10,3 кВтч/м^3
2. Преобразование из рабочего состояния в нормальное состояние:
H_{uB}:0,932= H_{un}
10,3 кВтч/м^3:0,932 = 11,05 кВтч/м^3_n

допустим, что температура на га-



по по МО

зомере 15° С

Коэффициент пересчета при давлении газа в **100-200** мбар.
Для тренировки следует повторить то, что было обговорено выше. Правда, как можно увидев из таблицы с другим давлением газа и другим местоположением установки относительно уровня моря.
Пример для определения с помощью таблицы коэффициента пересчета:
Допустим, что температура газа на газомере равна +15° С и давление газа в месте подведения равно 144 мбар, а установка находится на высоте 0 м над уровнем моря. Получаем коэффициент пересчета равный 1,080.

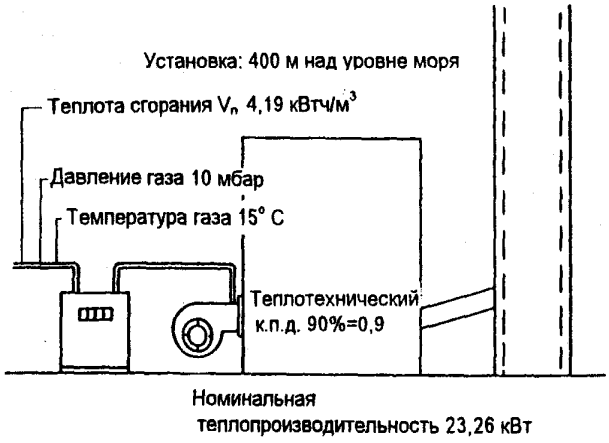
Определение коэффициента пересчета может быть выполнено также с помощью индикатора объема газа. Последний имеет то преимущество, что тотчас же показывает коэффициент пересчета для наиболее употребительных диапазонов давления в 20-50 и 200-500 мбар.

Принцип работы: В качестве измерительного органа служит анероидная коробка; это мембранная коробка с почти полностью откачанным воздухом, которая под влиянием давления воздуха расширяется и сжимается. Передаточный механизм преобразует движение коробки во вращательное движение стрелки.

Газовое сопло

Сопла или же выходные отверстия, которые в зависимости от конструкции газовой головки расположены при смесительном устройстве, имеют своей задачей давать возможность газу вытекать таким образом, чтобы возникала большая специфическая топливная поверхность, которая бы предоставляла кислороду для реакции большую площадь воздействия и тем самым гарантировала бы полное сгорание. К тому же в топочную камеру следует подвести за определенную единицу времени постоянное количество топлива при установленном давлении.

Для сохранения заданного давления на практике используется регулятор давления газа. Расход газа определяется в результате измерений на соплах или же выходных отверстиях и с помощью измерения величины давления в месте подведения газа и температуры газа.



Расход газа необходимый для установки в процессе горения зависит от следующих величин:

1. Номинальной теплопроизводительно - сти котла (QaЬ/ч)
2. Теплотехнического к.п.д.
3. Давления истечения газа на счетчике
4. Температуры газа на счетчике
5. Высоты нахождения установки на уровне моря в м.
6. Теплоты сгорания газа [кВтч/м^3, кВтч/кг] до сих пор в ккал/кг, ккал/м^3

$$\textbf{Номинальная нагрузка в кВт} = \frac{\textbf{номинальная теплопроизводительность}}{\textbf{К.П.Д.}}$$

Пример:

$$\frac{\textbf{23,26 кВт = 20.000 ккал/ч}}{\textbf{0,9}} = \textbf{25,84 кВт}$$

Регулируемый расход газа м3/ч=

$$\frac{\text{номинальная нагрузка в кВт}}{H_{uB}}$$

Согласно названным ранее величинам номинальная нагрузка составляет 25,84 кВт. Для определения регулируемого расхода газа следует теплоту сгорания нормального м' [Vn м^3] преобразовать в рабочую теплоту сгорания [H_{uB}]

Пример:

Нахождение эффективного регулируемого расхода газа

$$\frac{25{,}84\ \text{кВтч/м}^3}{H_{uB}\ 3{,}82\ \text{кВтч/м}^3} = 6{,}76\text{м'/ч}$$

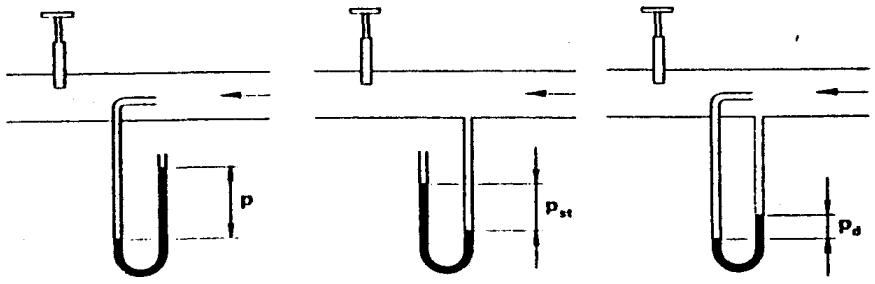
3.1 Измерение расхода газа
3.2 Измерение **давления газа в месте его подведения**
3.3 Измерение температуры всасываемого воздуха t_1
3.4 Измерение температуры уходящего газа t_a
3.5 Измерение содержания CO_2
3.6 Измерение содержания CO
3.7 Измерение содержания O_2
3.8 Измерение содержания сажи
3.9 Измерение давления в топочной камере и на входе в дымовую трубу

Виды давления

Давление покоя или статическое давление — это давление покоящегося газа по отношению к атмосферному давлению.

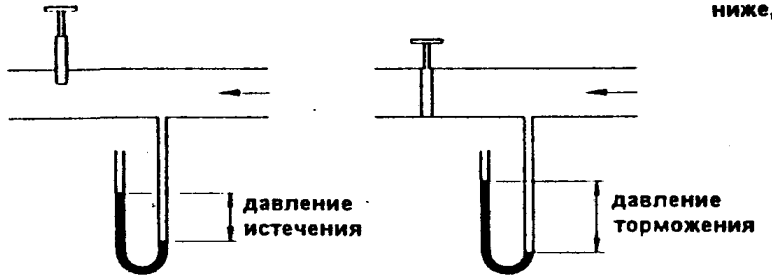
Давление истечения - это статическое давление движущегося газа по отношению к атмосферному давлению. Единица измерения мбар.

Давление присоединения. Под ним понимают давление движущегося по распределительному трубопроводу газа непосредственно перед подсоединением горелки.



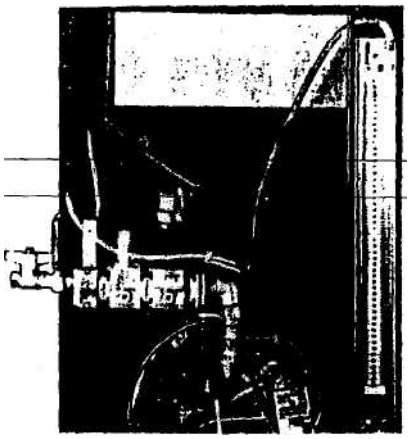
p - полное давление
p_{st} - статическое давление
p_d - динамическое давление
$p = p_{st} + p_d$

Запомните:
Статическое давление текущего газа ниже, чем давление торможения.



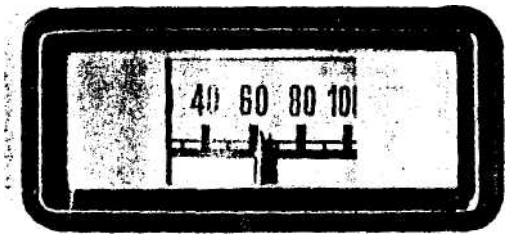
– статическое давление текущего газа

– статическое давление после закрытия вентиля

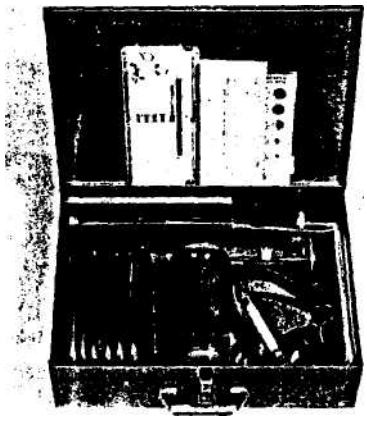


Измерение давления газа в месте его подведения следует выполнять надлежащими измерительными приборами.
Так как только давление подсоединения измеренное непосредственно у горелки может дать понять, соблюдаются ли заданные давления, то горелки фирмы Гирш имеют на комплектной арматуре измерительный ниппель для проведения этого измерения.
Величина требуемого давления присоединения зависит от вида газа и от конструкции горелки.
По этой причине необходимо измерять давление подсоединения газа и сравнивать полученный результат с данными, указанными на фирменной табличке горелки.

Kessel -Thermometer

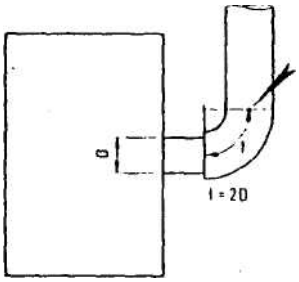


Прежде, чем будет разрешено выполнение дальнейших измерений, температура котла должна подняться до 60° С.



Инструменты, необходимые для контроля за протеканием процесса горения в достаточном ассортименте предложены в соответствующей специализированной торговле. Выбор измерительных приборов следует делать в соответствии с целью применения и постановкой задачи.

Первое распоряжение BimSchV, приложение 1а



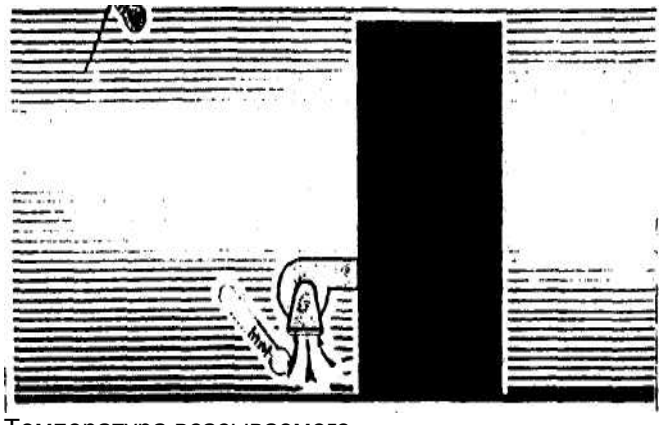
Для котлов с поднимающейся вверх газоотводной трубой: место измерения на расстоянии 2x0 от выхо-

Где будут измеряться температура уходящего газа, CO_2 и содержание сажи в уходящем газе?
Измерения следует производить в соединительной детали между топочной камерой и дымовой трубой за теплообменником в центре потока уходящих газов. Контрольное (измерительное) отверстие следует расположить принципиально на расстоянии, которое соответствует удвоенному диаметру (2D) соединительной детали, за газоотводным патрубком топочного устройства.

Если это невыполнимо, то контрольное отверстие следует расположить так, чтобы преобладали репродуцируемые выходные соотношения потока или чтобы не могли возникнуть сколь ни - будь значительные потери тепла между теплообменником и местом измерения.

3.1 Измерение расхода газа
3.2 Измерение давления газа в месте его подведения
3.3 Измерение **температуры всасываемого воздуха t_1**
3.4 Измерение температуры уходящего газа t_a
3.5 Измерение содержания CO_2
3.6 Измерение содержания CO
3.7 Измерение содержания O_2
3.8 Измерение содержания сажи
3.9 Измерение давления в топочной камере и на входе в дымовую трубу

Широко распространенным и известным является понятие комнатной температуры. Так как все же комнатная температура и температура всасываемого воздуха для горения могут иметь сильно различающиеся между собой значения, то в теплотехнике следует отмежеваться от выражения "комнатная температура". При измерении потери тепла с уходящими газами речь должна идти о точном с технической точки зрения процессе измерения, и следовало бы воздерживаться от фальсификации результатов измерения в результате несоответствующих действительности температурных данных.
В расчет должна браться только температура непосредственно перед отверстием для всасывания воздуха в горелке.

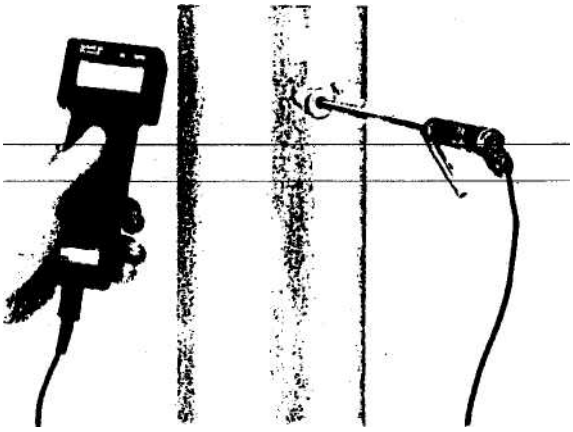


Температура всасываемого воздуха перед отверстием для всасывания воздуха

Где должна измеряться температура всасываемого воздуха?
Температура всасываемого воздуха должна, как показано на данном рисунке, измеряться на впускном патрубке для воздуха на входе в горелке.

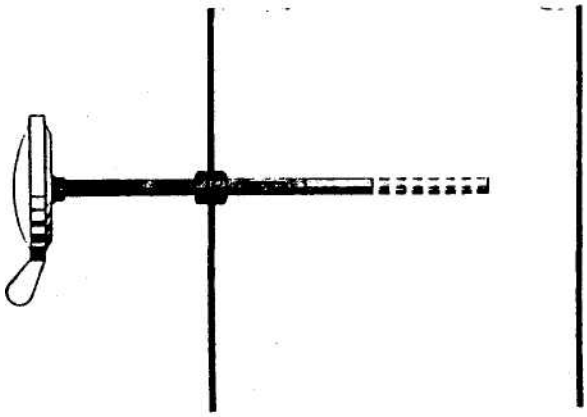
3.1 Измерение расхода газа
3.2 Измерение давления газа в месте его подведения
3.3 Измерение температуры всасываемого воздуха t_1
3.4 Измерение **температуры уходящего газа t_a**
3.5 Измерение содержания CO_2
3.6 Измерение содержания CO
3.7 Измерение содержания O_2
3.8 Измерение содержания сажи
3.9 Измерение давления в топочной камере и на входе в дымовую трубу

Температура уходящего газа измеряется с помощью соответствующего ртутного указателя или электротермометра. Где должно находиться место измерения, мы уже рассмотрели.



Так как температуры точки росы изменяются в соответствии с содержанием CO_2 в уходящем газе, и решающей является температура уходящих газов на выходе из дымовой трубы, а не температура на выходе из котла, то температуру уходящего газа на выходе из котла для напорных горелок следовало бы делать зависимой от этого значения. При обсуждении этого вопроса следовало бы запомнить:

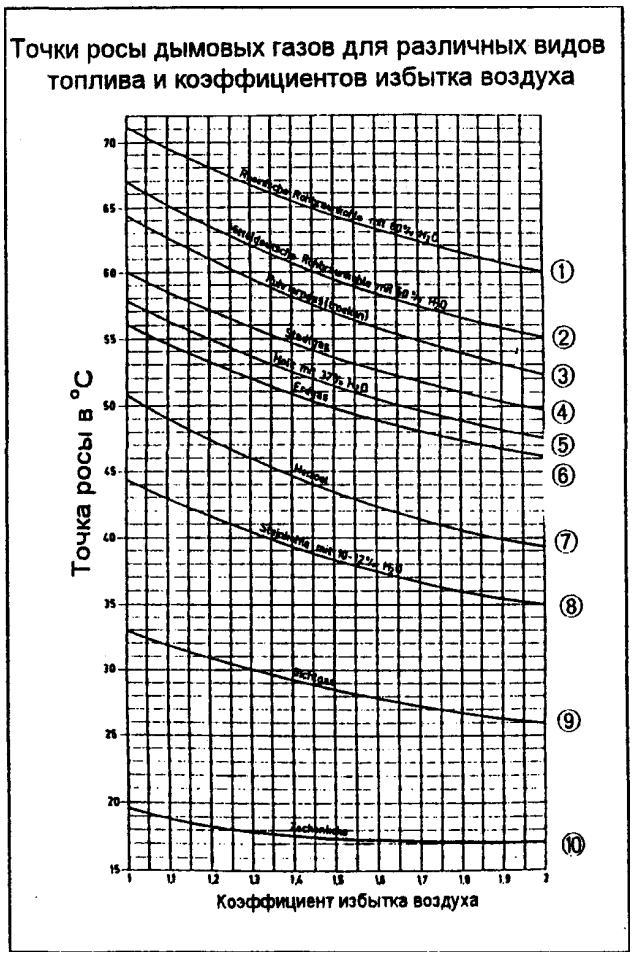
Нужно стремиться, и в этом не стоит сомневаться, к проведению контрольных измерений в устье дымовой трубы или немного ниже его.



При измерении температуры уходящих газов следует обратить внимание на то, чтобы датчик термометра не соприкасался со стенкой дымохода. Контакт с поверхностью дымовой трубы имел бы следствием неправильное измерение!

Измерение температуры следует продолжать до тех пор, пока индицируемое значение не будет оставаться постоянным.

С помощью температурного датчика искать самый горячий центральный поток согласно 1. BimSchV!



В каком температурном диапазоне лежат точки росы различных видов топлива, должно следовать из данного графика.

Коэффициент избытка воздуха

$$п = \frac{CO_2 \text{ макс.}}{CO_2 \text{ измеренное}}$$

CO_2 макс, берется из таблицы на стр. 26.

(1) Рейнский рядовой бурый уголь с 60% содержания H_2O

(2) Среднегерманский рядовой бурый уголь с 50% содержания H_2O

(3) Рурский газ дальнего газоснабжения (сухой)

(4) Городской газ

(5) Дрова с 37% содержания H_2O

(6) Природный газ

(7) Жидкое топливо

(8) Каменный уголь с 10-12% содержания H_2O

(9) Колосниковый газ

(10) Доменный газ

Регулируемые параметры сгорания газа		
CO_2 0,8-0,9· CO_2 макс.	Значения для практики	Макс. доп. конц. CO_2
Городской газ	10-11%	11,7%
Газ дальнего газоснабжения	8-9%	9,0%
Коксовальный газ		
Природный газ L	9-10%	10,5%
Природный газ H	9-10%	10,6%
Природный газ Экофикс	9,5-10,5%	11,1%
Пропан/Бутан	10,5-11,5%	12,4%

Замечание:
Следует учитывать возможные указания GVU, пример метода SRG.
CO максимально разрешенная концентрация 0,1%=1000 ppm; 0,03% при первоначальной настройке.
Значения для практики: по возможности устанавливать небольшой показатель CO, максимум 0,05%. Слишком большое количество и слишком малое количество воздуха увеличивает CO. Показатель сажи, по возможности, 0-1, самое большее разрешается равным 3. Если показатель сажи слишком высок, то следует добавить больше воздуха.

Показатель CO_2 оказывает влияние на температуру уходящего газа

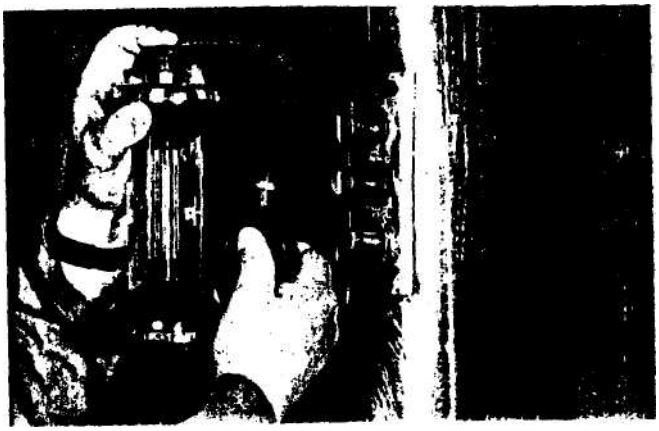
Особое внимание следовало бы уделить показателю CO_2. Последний может оказывать значительное влияние на величину температуры уходящего газа, если он относительно низкий.

Если горелка - при условии, что был установлен правильный расход газа - работает со слишком большим избытком воздуха, то излишек поданного воздуха должен в котле разогреться, не имея возможности отдать полезное тепло. Этот воздух безо всякой пользы проходит через котел, оказывает неблагоприятное влияние на температуру уходящего газа и повышает сопротивление со стороны уходящего газа.

3.1 Измерение расхода газа
3.2 Измерение давления газа в месте его подведения
3.3 Измерение температуры всасываемого воздуха t_1
3.4 Измерение температуры уходящего газа t_a
3.5 Измерение **содержания CO_2**
3.6 Измерение содержания CO
3.7 Измерение содержания O_2
3.8 Измерение содержания сажи
3.9 Измерение давления в топочной камере и на входе в дымовую трубу

С помощью CO_2 косвенно определяется поданное количество воздуха. Для этого есть целый ряд химических и электрохимических способов.
Широко распространен ручной прибор, работающий по принципу Орса.
Определенное количество уходящего газа пропускают под давлением через абсорбент, который может химически связать CO_2-компонент уходящего газа. Уменьшение объема уходящего газа соответствует потере CO_2. В качестве абсорбента в приборе находится калиевая щелочь (KOH).

Со шкалы прибора можно считывать измеренное значение.
Необходимо соблюдать инструкцию по обслуживанию изготовителя прибора.



Оператор отопительной установки измеряет содержание CO_2 в уходящем газе, как показано на данном рисунке, с помощью простого индикатора CO_2. Всегда следует стремиться к возможно более высокому содержанию CO_2. Воздух, поданный в излишне большом количестве, понижает температуру горения, так что потери тепла становятся ощутимыми. При слишком малом избытке воздуха имеется, правда, опасность неполного сгорания.

Поиск ошибки при слишком малом показателе CO_2 на установках с мазутными форсунками и газовыми горелками, а также указания по регулировке

Если в результате измерения на имеющемся измерительном отверстии газоотводной трубы, идущей от котла, показатель CO_2 слишком мал, тогда могут иметь место следующие ошибки:

В месте измерения может в результате присоса побочного воздуха произойти возможное разрежение дымового газа. Это может произойти по многим причинам:

1.) Сначала измерить CO_2 и сравнить с остальными результатами.
2.) Слишком большое измерительное отверстие приводит к тому, что измерительная трубка неблагоприятно расположена в отношении потока дымового газа. Трубка должна быть направлена навстречу движению потока. Самое горячее место в потоке уходящего газа, центральный поток, указывает также правильную точку измерения для CO_2.
3.) Газоотводная труба имеет недостаточно плотное соединение с газоотводным патрубком котла. Подсос побочного воздуха происходит большей частью внизу трубы, и потому его трудно обнаружить.
4.) Измерение за коленом всегда критическое, если колено не приварено или же прочистное отверстие не имеет 100%-ую герметизацию.
Помощь для п. 3 и п.4: уплотнить с помощью котловой замазки.
5.) Прочистные задвижки разгерметизированы.
Помощь: заменить прокладку или подтянуть винты.
6.) Измерение CO_2 в топочной камере по сравнению с измерением на газоотводной трубе свидетельствует о возможном поступлении побочного воздуха. Измерение следовало бы выполнить с помощью более длинной измерительной трубки над пламенем.
7.) Измерительный прибор имеет дефект. Измерительная жидкость слишком старая (после -50 измерений поменять жидкость). Фильтр всасывающего устройства забит или слишком влажный, поменять. Вентили всасывающего устройства имеют дефект. Измерительный прибор послать на завод для поверочного испытания.

Примеры с указанием по регулировке:

- В результате измерения получено 12% CO_2 в топочной камере и 8% - в газоотводной трубе: это дает разницу в 4%; из этого следует, что между топкой и местом измерения имеется сильная разгерметизация. Разница по СОг В 0,5-1% является нормальной.
- В результате измерения получено 8% $CO_г$ в топочной камере и 8% в газоотводной трубе; в этом случае побочный воздух попадает в топку через дверцу, взрывной предохранительный клапан, фланец горелки и т.д. Неправильная регулировка значения воздуха на горелке.

Если содержание CO_2 в топочной камере слишком низкое, то следовало бы действовать следующим образом: Впускную воздушную заслонку закрыть на столько, пока виден налет сажи, затем снова немного приоткрыть, пока налет сажи не станет равным 0 или 0-1.

Затем измерить CO_2. Содержание CO_2 для жидкого топлива должно быть 12-13%, для сжиженного газа минимум 10-11%, для природного газа 9-10%. В случае, если содержание $CO_г$ слишком низкое, следует поискать разгерметизацию на дверце котла и т.д. К тому же временно уменьшить тягу (с помощью открытия прочистной задвижки в камине), тогда в топочную камеру будет попадать меньше побочного воздуха - и содержание CO_2 повысится! Если CO_2 увеличится примерно на 0,5%, тогда можно утверждать, что котел едва ли разгерметизирован. Если CO_2 увеличится на 2%, то ясно, что котел сильно разгерметизирован.

- Дверцу котла и пр. уплотнить, измерить CO_2. Прочистную задвижку снова закрыть.
- Теперь, после герметизации котла, нужно отрегулировать воздух на горелке.
- У газовых горелок после регулировки CO_2 следует измерить СО с помощью измерительной трубочки. СО нельзя поднимать выше 500 ppm=0,05%. Для трубочек Дрейгера 10а это соответствует числу 5 для одного хода.

Показатель СО на практике

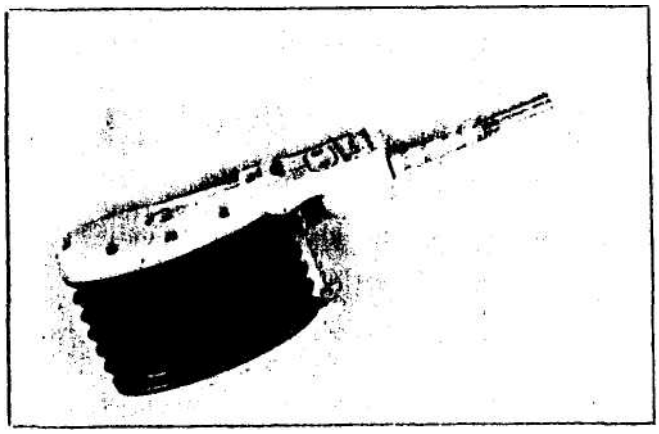
может составлять максимум 0,1% = 1000 ppm,
при первоначальной регулировке - 0,03% = 300 ppm!

Номинальная теплопроизводительность	Потери тепла с уходящими газами у теплогенераторов в зависимости от времени их возведения или установки			
	до 31.12.78	с 1.1.79	с 1.1.83	с 1.1.88
11-25 кВт	18	16	14	12
25-50 кВт	17	15	13	11
50-120 кВт	16	14	12	10
свыше 120 кВт	15	13	11	10

В этой связи нужно еще раз указать на соблюдение установленного в результате постановления теплоснабжающих предприятий от 22.19.1978 г. ограничения в отношении потерь тепла с уходящими газами.

3.1 Измерение расхода газа
3.2 Измерение давления газа в месте его подведе ния
3.3 Измерение температуры всасываемого воздуха t_1
3.4 Измерение температуры уходящего газа t_a
3.5 Измерение содержания CO_2
3.6 Измерение **содержания CO**
3.7 Измерение содержания O_2
3.8 Измерение содержания сажи
3.9 Измерение давления в топочной камере и на входе в дымовую трубу

Определение содержания CO (окиси углерода) в уходящем газе.
Газы CO возникают при неполном сгорании или содержатся в различных топливных газах.
При регулировке процесса горения следует большое значение придавать тому, чтобы эти газы сгорали, в противном случае неиспользованное тепло уходит через дымовую трубу. По этой причине содержание CO в уходящем газе должно поддерживаться в таком малом количестве, насколько это возможно.



Содержание CO может быть измерено с помощью прибора Орса или же с помощью газового контрольного прибора, который направляет поток уходящего газа в контрольную трубочку и в результате изменения окраски показывает, как велико содержание CO. Мы просим в точности соблюдать инструкцию по обслуживанию изготовителя прибора.
Из соображений безопасности первое измерение должно быть выполнено сразу после регулирования воздуха и расхода газа.

Окись углерода, CO, является высоко токсичной, уже 0,2% содержания ее в воздухе являются смертельными; CO сильнее, чем кислород связывается гемоглобином крови и блокирует, тем самым, снабжение организма кислородом.
Фазы отравления: головная боль, потеря сознания, паралич дыхания, смерть. Показатель МАК (максимально допустимая концентрация на рабочем месте) составляет 50.

$$50 = \frac{50 см^2}{см^3}$$

что соответствует 0,005 объемных %. Максимально допустимым согласно DIN 4756 для уходящего газа является 0,1% содержания CO, при выходе же в атмосферу газ тотчас же разрежается.
Что следует делать при наличии CO в уходящем газе? Увеличить или уменьшить подачу воздуха, после каждого изменения производить замеры.

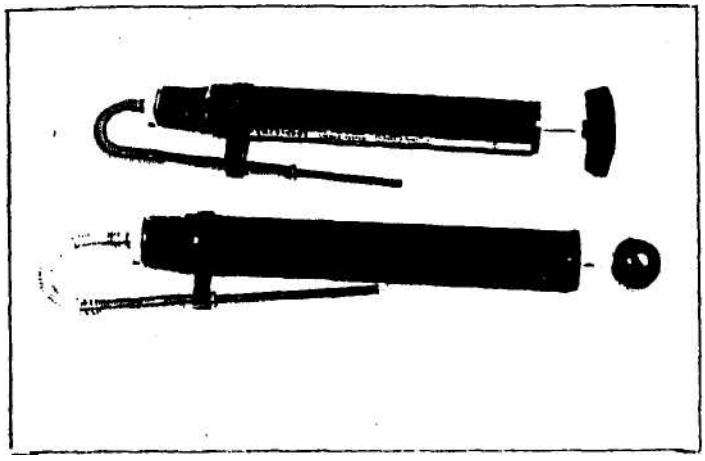
3.1 Измерение расхода газа
3.2 Измерение давления газа в месте его подведения
3.3 Измерение температуры всасываемого воздуха t_1
3.4 Измерение температуры уходящего газа t_a
3.5 Измерение содержания CO_2
3.6 Измерение содержания CO
3.7 Измерение содержания O_2
3.8 Измерение содержания сажи
3.9 Измерение давления в топочной камере и на входе в дымовую трубу

Определение содержания O_2 в уходящем газе.
Доля кислорода (O_2) в воздухе составляет 21%. Чем ниже содержание O_2 в уходящих газах, тем меньше избыток воздуха и тем лучше к.п.д.
Определение содержания O_2 происходит таким же образом, как и определение содержания CO_2, только в качестве реагента используется фосфор (P). На практике содержание O_2 измеряют только на больших установках.
Содержание O_2 может быть также получено в результате вычисления, если известно содержание CO_2.

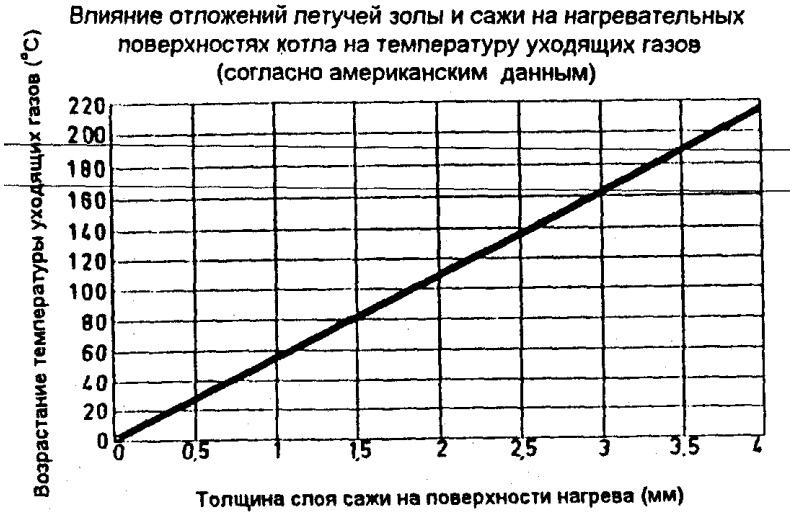
$$O_2 = \frac{21(CO_2\ \text{макс} — CO_2)}{CO_2\ \text{макс.}}$$

3.1 Измерение расхода газа
3.2 Измерение давления газа в месте его подведения
3.3 Измерение температуры всасываемого воздуха t_1
3.4 Измерение температуры уходящего газа t_a
3.5 Измерение содержания CO_2
3.6 Измерение содержания CO
3.7 Измерение содержания O_2
3.8 Измерение **содержания сажи**
3.9 Измерение давления в топочной камере и на входе в дымовую трубу

При сжигании технического топливного газа сажа появляется только при экстремальных условиях.
Метод для определения доли сажи в уходящих газах состоит в том, что известное количество уходящего газа с помощью насоса всасывается через фильтровальную бумагу. Сажа осаждается на фильтровальной бумаге и более или менее сильно окрашивает ее. Степень почернения от налета сажи определяется с помощью сравнительной шкалы.
Что делать при наличии сажи?
Необходимо увеличить подачу воздуха.



И для этой цели в специализированной продаже имеются также соответствующие измерительные приборы. При выборе прибора следует обращать внимание на то, для какой цели он будет предназначен.
Условия для проведения теста на сажу: Насос для проведения теста должен быть чистым. Фильтровальная бумага должна иметь коэффициент отражения равный 85%± 2,5% и в чистом состоянии ее способность пропускать воздух должна составлять 3л/см^{2}в минуту, что соответствует перепаду давления в 20-80 мбар. Трубка измерительного зонда должна стоять перпендикулярно к оси газоотводной трубы и нигде не соприкасаться с ее стенками. Следует учесть, что измерение будет ошибочным, если произойдет соприкосновение с покрытыми сажей стенками трубы.

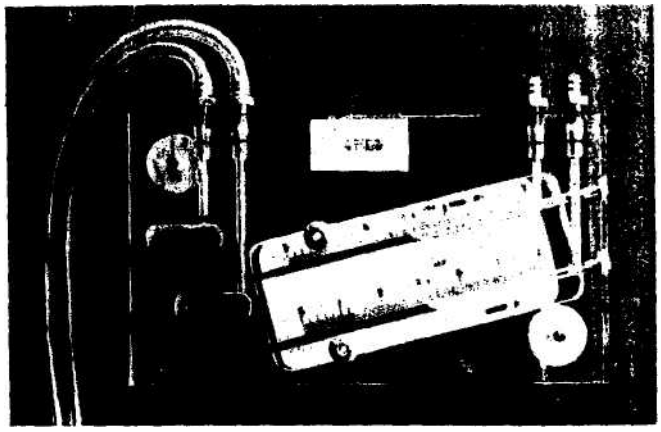


При отложении сажи на нагревательных поверхностях температура уходящих газов повышается.
Данный график должен дать практику возможность посмотреть, на сколько с может увеличиться температура уходящих газов при соответствующем отложении сажи.

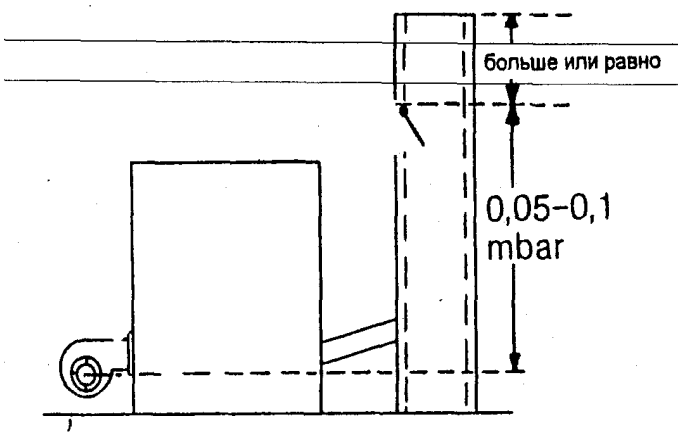
Пример для считывания:
Если на поверхности нагрева имеется отложение сажи в 1 мм, то из графика видно, что температура уходящих газов возрастает на 58° С.

3.1 Измерение расхода газа
3.2 Измерение давления газа в месте его подведения
3.3 Измерение температуры всасываемого воздуха t_1
3.4 Измерение температуры уходящего газа t_a
3.5 Измерение содержания CO_2
3.6 Измерение содержания CO
3.7 Измерение содержания O_2
3.8 Измерение содержания сажи
3.9 Измерение **давления в топочной камере и на входе в дымовую трубу**

Измерение давления в топочной камере и на входе в дымовую трубу просто во всех отношениях, но на практике этими измерениями часто пренебрегают.
В чем здесь причина?
Такое впечатление, что в измерении давления не усматривают практической пользы. Или же дело здесь в том, что практик не совсем понимает, что ему делать с давлениями. На самом деле, на практике невозможно составить анализ процесса горения, если соответствующим образом не принимать во внимание показатели давления. Мы считаем важным еще раз указать на то, что хороший специалист не станет отказываться от измерений давления.



Давление в топочной камере и на входе в дымовую трубу может быть определено с помощью подходящих измерительных приборов. Более выгодным для практика является измерительный прибор, который с помощью магнита может быть легко укреплен на передней стенке котла и имеет два диапазона показаний. Этим способом давление в топочной камере и на входе в дымовую трубу может быть зафиксировано одним взглядом.

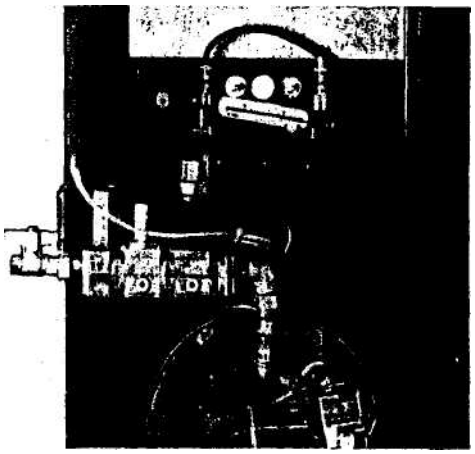


Измерение давления на входе в дымовую трубу должно происходить при работающей горелке. В случае теплогенераторов с топочной камерой с разрежением дымовая труба должна выпилишь–определенные задачи, о которых, в частности, будет еще рассказано впереди. Существенно: в случае котлов с разрежением во время их эксплуатации в топочной камере действительно должно быть разрежение.

Следовательно, соотношения давления во всей системе должны быть согласованы друг с другом. **Самым важным вопросом для практика тогда будет вопрос о необходимом давлении в дымовой трубе и в топочной камере.**

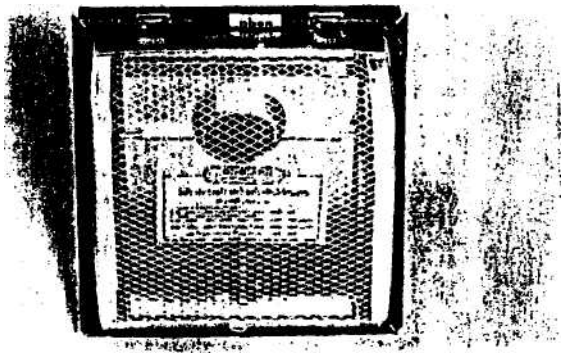
Запомните:

разрежение на входе в дымовую трубу должно поддерживаться постоянным и у горелок с малой производительностью должно составлять 0,05-0,1 мбар.



Хорошее сгорание предполагает постоянное давление в топочной камере. При колебаниях давления возникают избыток или недостаток воздуха при входе в смесительное устройство. По этой же причине становится ясным, что в системе должны иметь место постоянные соотношения давления, чтобы горение могло протекать без помех и с постоянными показателями CO_2.

Напорная газовая горелка RG1 фирмы Гирш

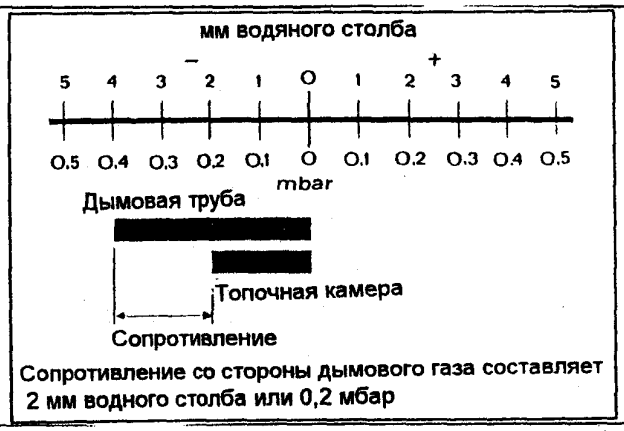


Правильно определяйте сопротивление со стороны уходящих газов

Там, где отсутствует стабильное разрежение в дымовой трубе, можно исправить положение с помощью регулятора тяги, встроенного в газоотводный канал. При монтаже регулятора тяги особо рекомендуется соблюдение соответствующих директив федеральных земель. Если сила тяги изначально слишком мала, то может помочь только регулятор тяги в виде вентилятора.

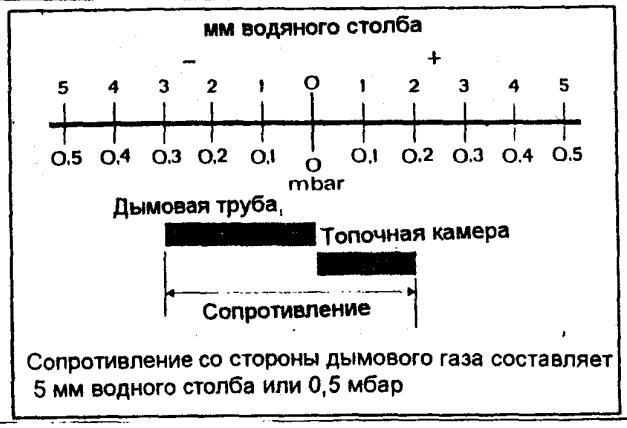
Чтобы иметь возможность правильно установить разрежение на входе в дымовую трубу, практику необходимо определить сопротивление со стороны уходящих газов. По этой причине нужно здесь еще раз остановиться на значении сопротивления.

Как показано на рисунке, основой для определения сопротивления является измерительный прибор, который может показывать диапазон разрежения и диапазон избыточного давления.
Этот вид измерительных приборов можно приобрести в специализированной торговле. Шкала измерительных приборов имеет посередине нулевую отметку, давление должно измеряться в мбарах. Таким образом, давление может измеряться в диапазоне разрежения и в диапазоне избыточного давления.

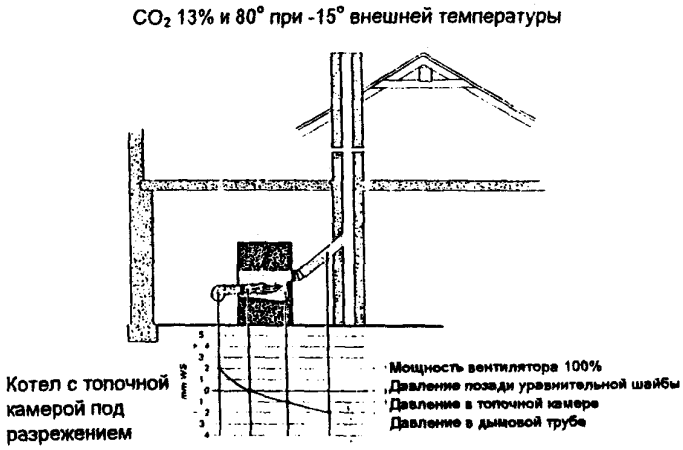


Как показано на данном рисунке разрежение на входе в дымовую трубу составляет 0,4 мбар, а разрежение в топочной камере равно 0,2 мбар. Так что поскольку оба давления находятся в одном и том же, а именно - минусовом диапазоне, можно для нахождения разности вычесть меньшее значение из большего.

Результат:
Имеет место перепад давлений в 0,2 мбар.



При определении сопротивления со стороны уходящих газов в случае топочных камер с избыточным давлением можно исходить из того, что одно давление находится в диапазоне избыточного давления, а другое - в диапазоне разрежения.
Если допустить, что разрежение на входе в дымовую трубу составляет -0,3 мбар, а избыточное давление в топочной камере равно +0,2 мбар, то можно констатировать перепад давлений в 0,5 мбар.



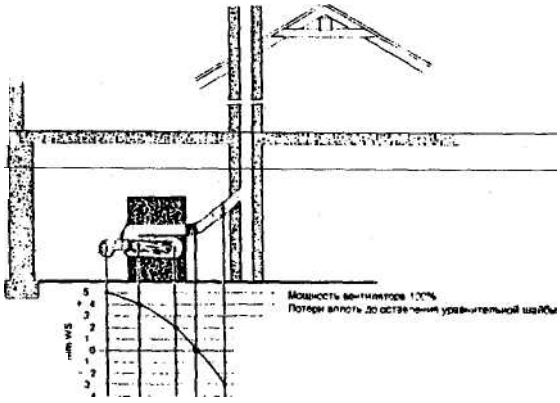
На данном рисунке следует остановиться на взаимодействии давлений у котлов с топочной камерой под разрежением. При рассмотрении данного вопроса следует исходить из мощности вентилятора горелки. Для топочных камер под разрежением вентилятор горелки рассчитан таким образом, что нулевая отметка напорной мощности вентилятора при выгорании пламени уже достигнута. Преодоление сопротивления со стороны уходящих газов и выведение уходящего газа в открытое пространство должно быть гарантировано дымовой трубой.

Из данных фактов можно увидеть, как важен для практика контроль за давлением во время протекания процесса горения.

Запомните:
только в результате контроля за давлением гарантированы постоянность протекания процесса горения и соблюдение действующих предписаний.

$C0_2$ 13% и 80^e при -15" наружной температуры

Котел с топочной камерой под избыточным давлением



Чтобы эксплуатировать топочную камеру под избыточным давлением с газовой напорной горелкой, вентилятор горелки должен иметь более сильное нагнетание, т.к. в этом случае сгорание протекает при избыточном давлении.
Сопротивление уходящих газов котла должно преодолеваться давлением вентилятора и нулевая отметка вентиляторного давления достигается только на выходе из котла.

Следует отметить, что:
в случае топочной камеры с избыточным давлением на дымовую трубу не возлагается выполнение каких-либо задач в ходе процесса горения.
Дымовая труба имеет задачей только лишь вывод уходящих газов естественным путем в окружающее пространство, не опуская их температуру ниже точки росы.

Разрежение на входе в дымовую трубу должно быть рассчитано так, чтобы оно не оказывало влияния на протекание процесса горения

Из данного факта следует заключить: разрежение на входе в дымовую трубу должно быть рассчитано так, чтобы оно не оказывало влияния на протекание процесса горения.
В этой связи следует особо указать на своеобразие требований, предъявляемых к дымовым трубам, при работе с топочными камерами под избыточным давлением.

Резюмируя, можно в отношении отдельных измерительных процессов дать следующие рекомендации:

1. Измерить расход газа
2. Учитывать давление на входе в дымовую трубу и в топочной камере
3. Температура уходящих газов не выше, чем требуется

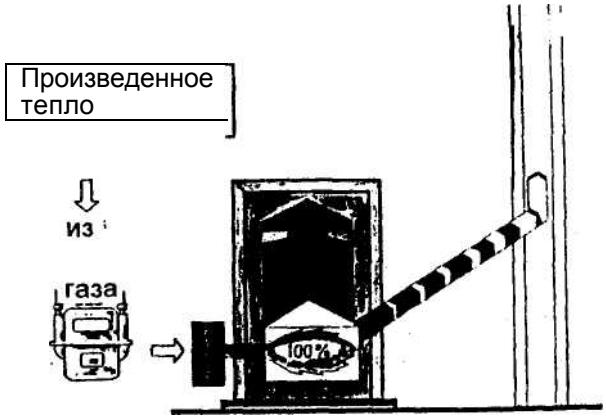
1. Для выполнения действующих предписаний и для достижения постоянства протекания процесса горения необходимо точно определить расход газа.
2. При соблюдении давлений в топочной камере и на входе в дымовую трубу достигается постоянство горения.
3. Температуры уходящих газов не должны быть выше, чем это требуется, чтобы была гарантирована экономичность установки.

1. Измерить температуру воздуха для горения
2. Стремиться к высоким показателям CO_2
3. Не превышать содержание CO равное 0,05 объемных %

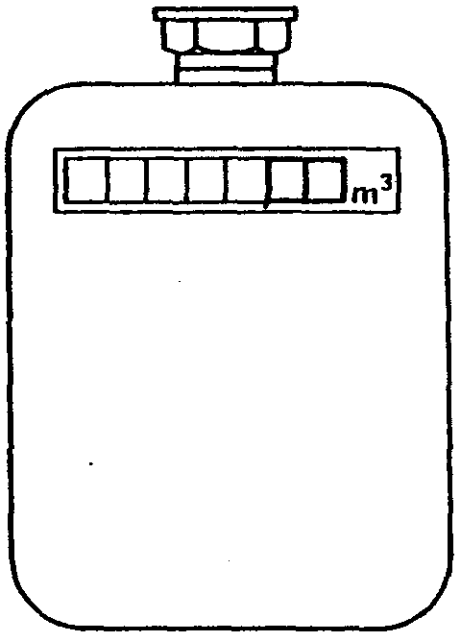
4. В основу расчетов кладется только температура воздуха для горения, которая измеряется на входе всасывающего патрубка горелки.
5. Следует постоянно стремиться к максимально высокому содержанию CO_2.
6. Не превышать содержание CO равное 0,05 объемных %

1. Результаты измерений технического топливного газа
2. Протекание процесса
3. Измерительная техника для практического использования
4. Определение производительности горелки
5. Электротехническое подсоединение газовой горелки
6. Арматура для газового подсоединения

Специальные предписания требуют при вводе в эксплуатацию отопительных установок определения номинальной теплопроизводительности горелки.
Как может быть выполнено это четкое требование?



Номинальная нагрузка
Номинальной нагрузкой газотопливного котла называется подводимое в газе за единицу времени количество тепла измеряемое в $м^3$/ч в рабочем состоянии.

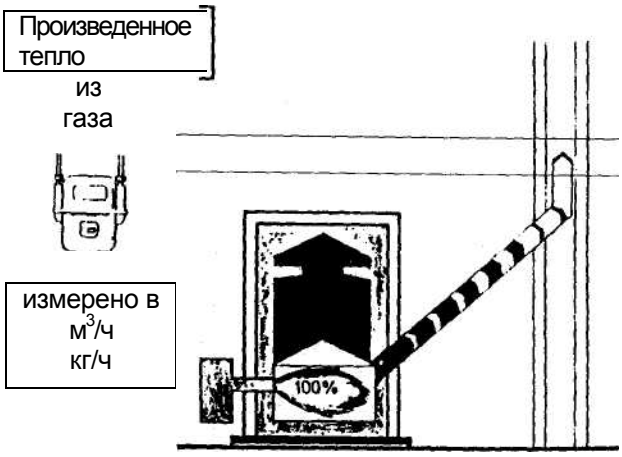


Измерение расхода газа Полный оборот в последней клетке газового счетчика означает: 0,1 $м^3$ (100л) газа протекли. Разность между двумя последующими цифрами во второй клетке после запятой составляет 0,01 $м^3$ (Юл).

Расход газа

Эмпирическая формула:

Расход в $м^3$ = количеству пробежавших цифр во второй клетке после запятой за 36 секунд. (Следует учитывать деления между двумя пробегающими цифрами).
Пример: во второй клетке после запятой за 36 секунд были считаны цифры 4,6, что дает **4,6 $м^5$/ч**

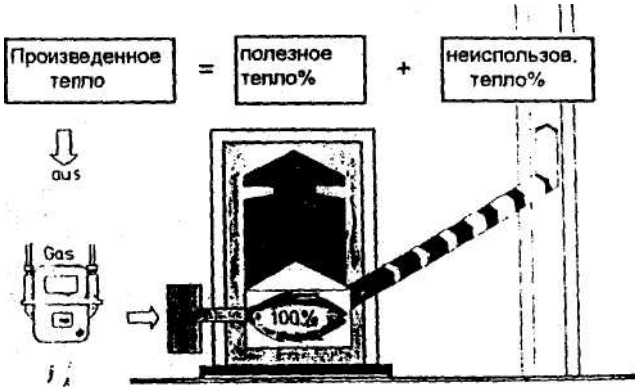


Для определения номинальной нагрузки нужно знать номинальную теплопроизводительность, теплоту сгорания топливного газа и к.п.д.

Номинальная нагрузка [м^3/ч] = $\frac{\text{номинальная твплопроизводитепьность}}{H_u \text{К.П.Д.}}$

Номинальная нагрузка [кВт/ч] = $\frac{\text{номинальная теплопроизводительность}}{\text{к.п.д.}}$

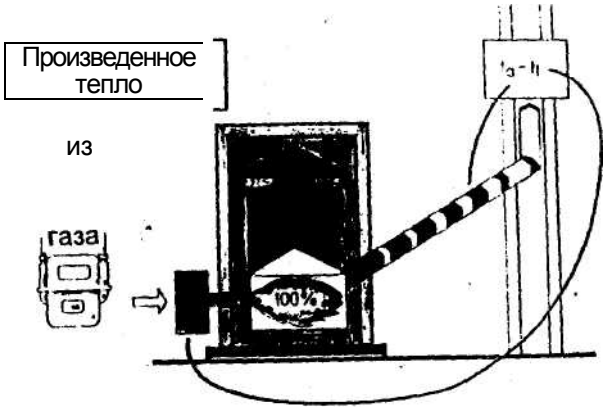
Произведенное количество теплоты в кВт/ч = установочное количество м^3/ч $\cdot H_{uB}$



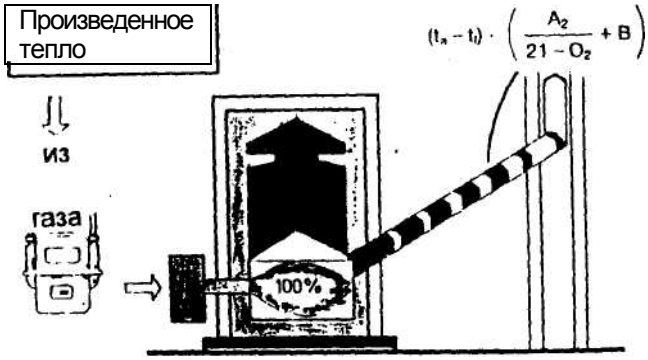
Потеря тепла с уходящими газами

Произведенное тепло на практике нельзя, однако, полностью превратить в полезное тепло для отопления. Его отношение к неиспользованному теплу выражается в процентах.

Неиспользованное тепло называется потерей тепла с уходящими газами.

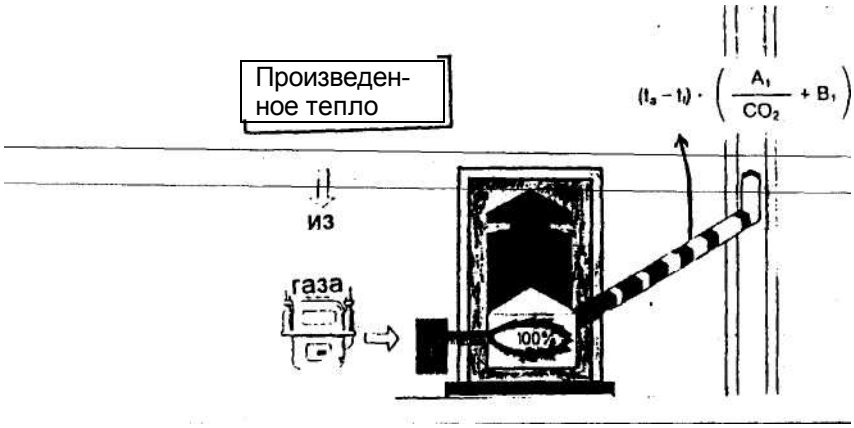


Потеря тепла с уходящими газами определяется по формуле Зигерта. Эта формула получается следующим образом: Из измеренной температуры уходящего газа, обозначаемой здесь t_a. вычитается температура всасываемого воздуха для горения, обозначаемой здесь t_1.



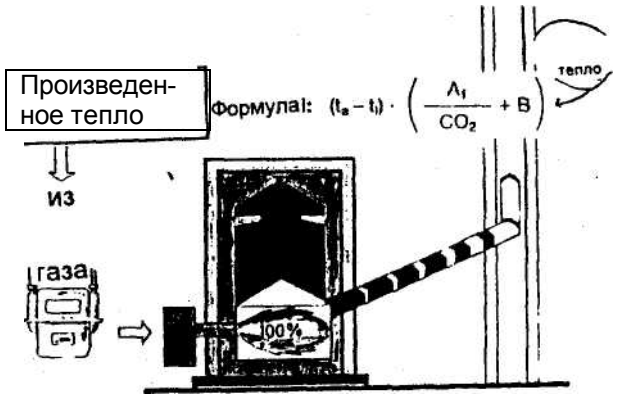
Разность между t_a и t_1 и содержание остаточного кислорода O_2 определяют потерю тепла с уходящими газами.

	A_2	B
1. Городской газ	**0,63**	**0,011**
2. Природный газ	**0,66**	**0,009**
3. Пропан / Бутан	**0,63**	**0,008**



Потеря тепла с уходящими газами может быть определена с помощью содержания CO_2:

	A_1	B
1. Городской газ	**0,35**	**0,011**
2. Природный газ	**0,37**	**0,009**
3. Пропан / Бутан	**0,42**	**0,008**

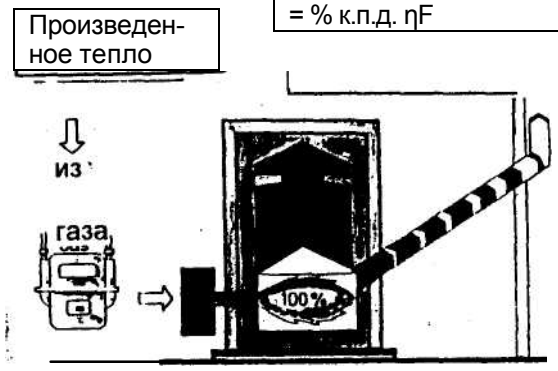


Результат:
Данное произведение — это доля, приходящаяся на потерю тепла с уходящими газами, выраженная в %.

Пример:
Потеря тепла с уходящими газами =

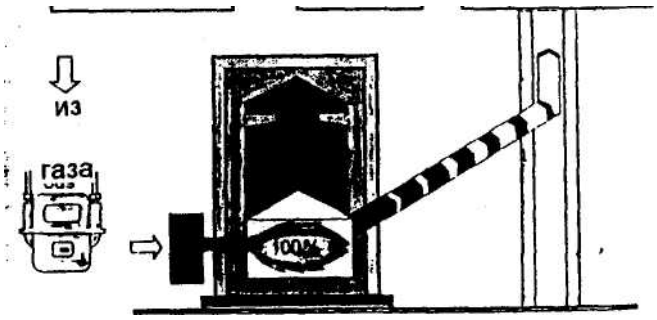
= (180 - 9) • (0,37/10+ 0,009) = 7,87%

100% произведенного тепла -% потери тепла с уходящими газами
= % к.п.д. ηF

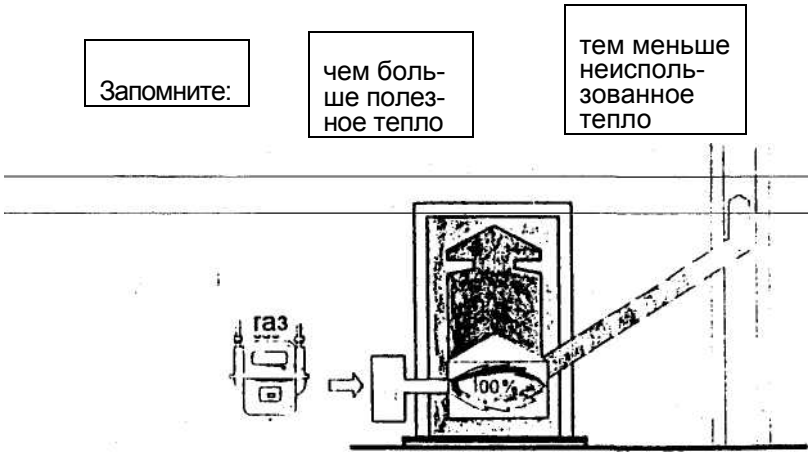


Если от произведенного тепла (100%) отнять потерю тепла с уходящими газами (в %), то получим теплотехнический коэффициент полезного действия ηF

Произведенное тепло в кВт (ккал/ч)	× к.п.д. ηF%	+	теплопроизводительность котла в кВт



Теплопроизводительность котла
Здесь будет показано, как можно произвести определение теплопроизводительности котла без учета потери на излучение яз1г.
Произведенное тепло в кВт (ккал/ч) перемножается с вычисленным к.п.д. Результатом является теплопроизводительность котла в кВт, а именно: при заданном установочном количестве тепла, измеренных температурах и измеренном содержании CO_2.
Пример:
номинальная нагрузка 25 кВт, тогда теплопроизводительность котла составит 22,5 кВт, принимая ηF =0,9.



здесь еще раз показаны взаимосвязи, и специалист должен усвоить, что
чем больше требуется полезного тепла, тем меньшим следует поддерживать неиспользованное тепло.

Потери тепла с уходящими газами =
$(t_a - t_1)\cdot(A_1/CO_2+B)$

Коэффициент полезного действия =
100 - потери тепла с уходящими газами

Резюме по теме
"Определение производительности горелки"

1. Температура уходящих газов t_a - температура всасываемого воздуха t_1 в °C
2. Результат делим на измеренное значение CO_2
3. Результат умножаем на коэффициент среднего значения для данного вида газа
4. Вычитаем из 100% потери тепла с уходящим газами, получаем коэффициент полезного действия ηF

к.п.д. котла

$$\eta_k = \eta_F - q_{str}\%$$

или

$$\eta_k = 100 - (q_{Af} + q_{str})\%$$

Коэффициент полезного действия **котла**

При нахождении коэффициента полезного действия следует обратить внимание на то, что последний образуется из потери тепла с уходящими газами и потери на излучение котла. Потери тепла с уходящими газами могут быть получены на установке, потери же на излучение - нет. Это значение следует получить от изготовителя котла. У котлов нового поколения оно может составить -1,0 до 2,5%, у старых котлов от 2 до 5 % и более.

Согласно соответствующим предписаниям 01И после ввода в эксплуатацию и технического обслуживания возникает необходимость в составлении протокола. Этот протокол может выполнить свое предназначение только тогда, когда он будет полным. Эта полнота включает в себя все приведенные в данном образце позиции. Целью, к которой нужно стремиться специалисту в данной важной области теплотехники, должно стать определение "номинальной теплопроизводительности горелки".

Изделие-Котёл тип	Номинальная теплопроизводительность котла .....кВт	Номин. теплопроизводит. котла Номинальная нагрузка= _____ = Коэффициент полезного действия = ...кВт Принимая теплотехнический к.п.д. равным....0,9.

Горелка Фирмы GIERSH Тип	Диапазон Сопло	Месторасположение над уровнем моря: метров	Давление подсоединения-Давление покоя мбар	Теплота сгорания в нормальном состоянии · коэффициент пересчёта = H_u в рабочем состоянии В в нормальном состоянии H_u.....кВтч/ $м^3$ · коэффициент.....= H_{uB} ..... кВтч/ $м^3$ Установочное количество газа $м^3$/ч = =Номинальная нагрузка кВт H_{uB} ..... МДж/ $м^3$ .....$м^3$/ч

Давление истечения до после регулятора мбар мбар	Реле давления установлено:	Температура уходящих газов °C	Температура всасываемого воздуха °C	Температура котла °C

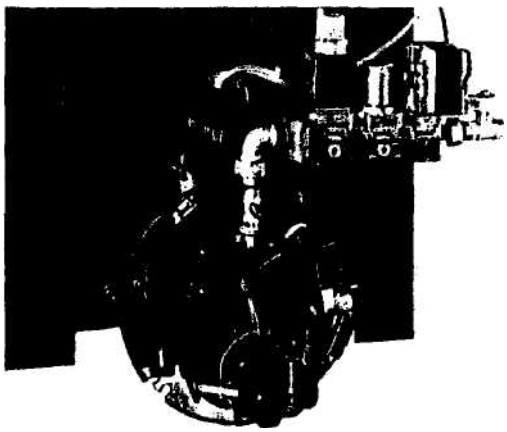
Ионизационный ток	Содержание CO %	Содержание CO_2 %	Налёт сажи	Номинальная теплопроизводительнось горелки

Давление на входе дымовой трубы мбар	Давление в топочной камере мбар	Сопротивление мбар	Потери тепла с уходящими газами	к.п.д. =0,.....	кВт

1. Результаты измерений технического топливного газа
2. Протекание процесса горения
3. Измерительная техника для практического использования
4. Определение производительности горелки
5. Электротехническое подсоединение газовой горелки
6. Арматура для газового подсоединения

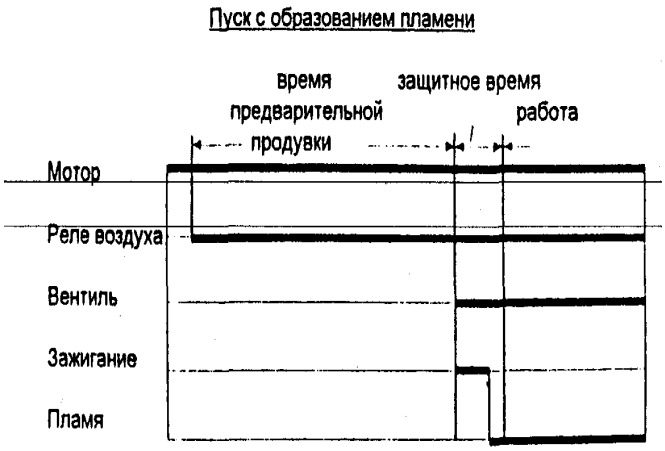
Напорную газовую горелку, входящую в состав отопительной установки, нельзя рассматривать как часть установки, существующую саму по себе. Она является частью одного технического целого, тесно связанной с остальными устройствами всей отопительной установки. В данном разделе должны быть рассмотрены электрические связи между напорной газовой горелкой и котлом.

Напорная газовая горелка фирмы Girsh RG1

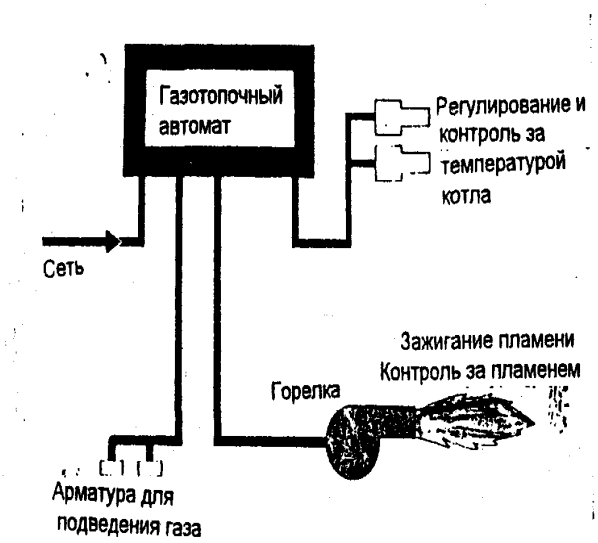


Из соображений техники безопасности, которые установлены, исходя из специальных предписаний DIN 4788, предохранительные устройства были разделены согласно соответствующей номинальной производительности горелок. Сообразно с этим напорные газовые горелки должны быть оснащены газотопочным автоматом, защитное время которого соответствует предписанным пропускным способностям.

Напорные горелки с номинальной нагрузкой
до 50 кВт должны быть оснащены защитным временем равным 5 секундам
свыше 50 кВт - 3 секундам.
Датчик пламени должен срабатывать самое позднее через 1 секунду.

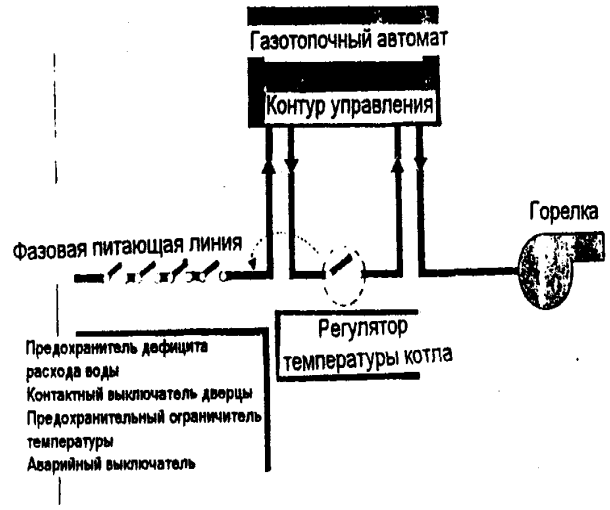


Под защитным временем понимают наиболее допустимый промежуток времени, в течение которого газ поступает в камеру сгорания без возникновения при этом пламени. На используемых нами топочных автоматах мы остановимся более подробно в другом месте.



Газотопочный автомат

Газотопочные автоматы, исходя из поставленных перед ними задач, согласуются с соответствующими горелками. Полностью автоматические газовые горелки должны быть согласно 0№ 4788 оснащены устройством для контроля за пламенем, которое прошло стендовые испытания и должно иметь номер модели. В результате ввода в действие газотопочного автомата горелка становится полностью автоматической, т.к. она, таким образом, становится независимой от обслуживающего персонала. Этот автомат, действуя самостоятельно, берет на себя зажигание и контроль за пламенем, а также включение и выключение горелки в зависимости от числового значения регулируемой величины.



Согласно DIN 4756 газовые горелки отопительных установок в зависимости от их размера и конструкции должны быть оснащены предохранительными устройствами и регулирующими приборами, отвечающими DIN 4788. Как показано на данном рисунке на фазовой питающей линии в качестве предвключенных приборов находятся предохранитель дефицита расхода воды, контактный выключатель дверцы, предохранительный ограничитель температуры и аварийный выключатель. В контуре управления газотопочного автомата расположен регулятор температуры котла.

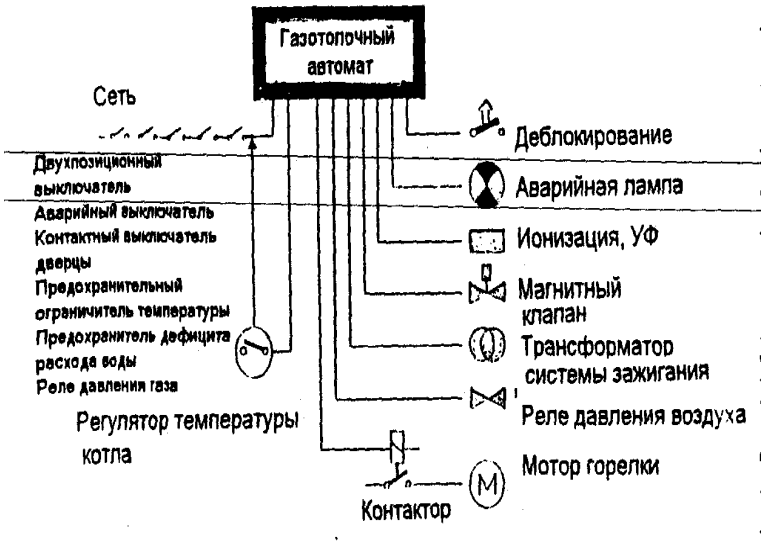
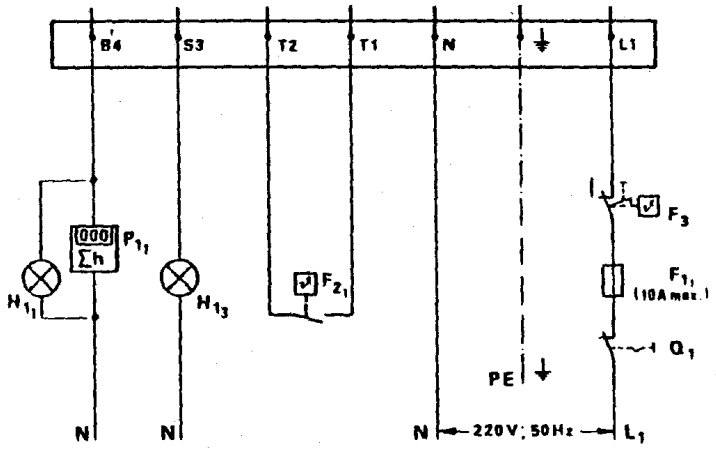


Рисунок показывает все приборы, которые подключаются к газотопливному автомату, чтобы имело место зажигание и контроль за пламенем, а также контроль за температурой котла. На фазовой питающей линии газотопочного автомата находятся двухпозиционный выключатель, а также приборы для контроля за котельной установкой. Регулятор температуры котла находится здесь в контуре управления.

От газотопочного автомата провода ведут к реле пламени, к реле давления газа/воздуха, к трансформатору системы зажигания, а также к другим арматурам газового подсоединения и к контактору для мотора горелки. Далее газотопочный автомат соединен с аварийной лампой и деблокирующей кнопкой. В то время как у малых автоматов деблокирующая кнопка встроена непосредственно, у больших по размеру автоматов имеется возможность электрического дистанционного деблокирования.



Система контроля за пламенем для газовых горелок УФ, ионизация и мигающий детектор

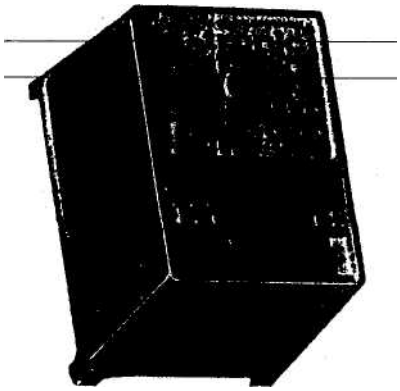
Схема штекерного электрического подсоединения для одноступенчатой горелки

На фазовой питающей линии, клемма L1, должны быть последовательно подсоединены главный выключатель Q_1, предохранитель F_1 и предохранительный термостат F_3. Следующая клемма PE предусмотрена для провода защиты. К клемме N подсоединяют нулевой провод. Между клеммами T_1 и T_2 находится регулирующий термостат F_{21}.

Клемма S_3 предусмотрена для внешней аварийной лампы, а клемма B_4- для счётчика или рабочей лампы.

Общие сведения

Главной целью контроля за пламенем является самое надежное предохранение установки, имеющей горелку, от нежелательной утечки топлива. Наивысший приоритет имеет надежность срабатывания при затухании пламени. Далее контроль за пламенем должен также быть неуязвимым в отношении вторичных неисправностей, т.е. таких нарушений, которые хотя и не угрожают безопасности установки, но мешают ее работе или даже делают ее невозможной. Установки с газовыми горелками уже длительное время контролируются либо с помощью ультрафиолетового детектора или же с помощью ионизационного контроля согласно плазменного принципа. С недавних пор используют также мигающие детекторы (инфракрасные).



Газотопочный автомат для контроля за ионизацией

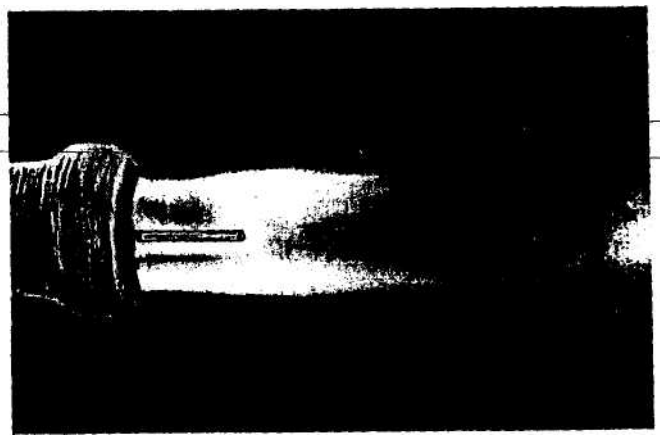
Газотопочный автомат управляет и контролирует работу газовой напорной горелки полностью автоматически.

Краткое описание

Соединительные клеммы предусмотрены для: ионизационного зонда, реле воздуха, трансформатора, системы зажигания, мотора, вентиля и внешнего индикатора помех. При симулировании пламени во время предварительной продувки освобождение топлива не происходит. Проверяется положение контакта реле воздуха. Пуск будет возможным, если только он включен в рабочее положение. Если рабочий контакт во время регулировочного отключения не открывается, то происходит аварийное отключение при следующем пуске. При исчезновении пламени во время работы тотчас же прекращается подача топлива, и автомат переходит в аварийное положение. Автоматика встроена во вставной пластмассовый кожух.

Принцип работы контроля за ионизацией

Ионизационный стержень - это не что иное, как металлический прут, который подгружается в пламя. Если между горелкой и ионизационным стержнем приложить переменное напряжение, то через ионизационный стержень и пламя к горелке начинает течь постоянный ток. Пламя действует как выпрямитель (см. рисунок). Этот постоянный ток может быть усилен, пока он не будет в состоянии возбудить реле пламени. Несовершенная изоляция между ионизационным стержнем и землей имеет следствием токи утечки. Само собой разумеется, что это переменные токи. Включенный перед усилителем фильтр заботится о том, чтобы эти токи утечки были эффективно отделены от собственно ионизационного стержня. В случае короткого замыкания между горелкой и ионизационным стержнем эффект пламенного выпрямителя больше не может работать, тогда система дает сигнал "Flamme AUS" ("Пламя ВЫКЛ").



Ионизационный датчик

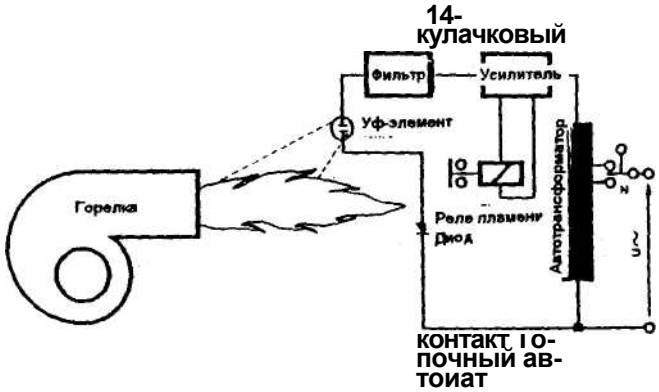
Ионизационный зонд, работающий по принципу пламенного выпрямителя, по своей природе абсолютно надежен. Возможность симулирования эффекта выпрямителя отсутствует. Старение ионизационного стержня в смысле его ненадежности немыслимо. Ионизационный датчик контролирует пламя в том месте, где вы пожелаете. Недостатком ионизационного зонда является проблема его целесообразного размещения при модулируемых или многоступенчатых горелках. Выходная мощность ионизационного зонда не очень высокая, что делает необходимым довольно значительное усиление.

Электропроводка датчика

Ионизационный зонд поставляет очень мало энергии. Электропроводка датчика должна быть как следует изолирована и не слишком длинной. Обычный электрический монтаж при помощи проводов в полихлорвиниловой изоляции в любом случае отвечает этим требованиям. Надежность проводки ионизационного датчика абсолютна. Неисправность в изоляции приводит к возникновению переменного тока, который со стороны реле пламени не распознается как сигнал пламени.

Мигающий детектор

Контроль основывается на инфракрасном проблесковом принципе, т.е. происходит контроль за тепловым излучением, которое изменяется с определенной частотой (частота пламени).



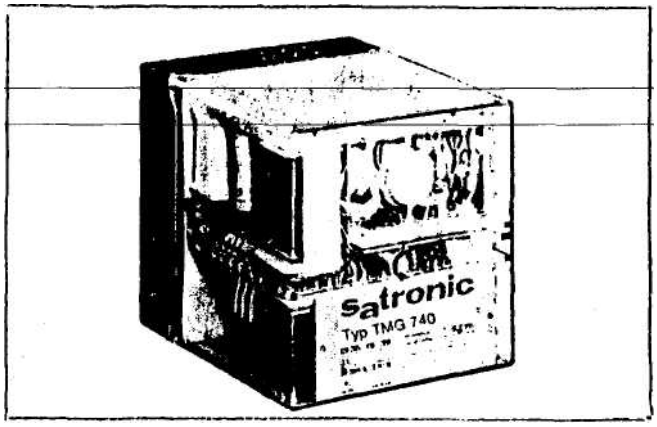
Принцип действия ультрафиолетового контроля

Ультрафиолетовый детектор - это лампа' тлеющего разряда, помещенная в стеклянную колбу, которая до некоторой степени пропускает ультрафиолетовое излучение. Пока отсутствует ультрафиолетовое излучение, приложенное питающее напряжение ниже напряжения зажигания у лампы тлеющего разряда. Ультрафиолетовое же излучение снижает напряжение зажигания разрядной лампы до тех пор, пока оно не сможет зажечь лампу.

Во время работы горелки, как и во время предварительной продувки, ультрафиолетовый элемент эксплуатируется с повышенным напряжением. Если УФ-элемент имеет обыкновение при затухании пламени оставаться зажженным, это будет замечено своевременно, задолго до возникновения риска для безопасности контроля.

Данная электрическая схема защищена от тока утечки и короткого замыкания. Это достигается за счет выпрямителя, включенного непосредственно при УФ - элементе. Фильтр и усилитель реагируют только на постоянный ток. Ток утечки или ток короткого замыкания являлись бы переменным током, от которого эта система не срабатывает.

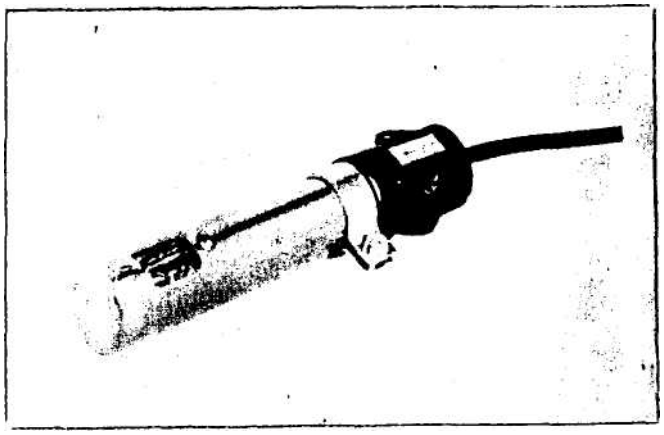
Газотопочный автомат для УФ - контроля



Краткое описание

Газотопочный автомат TMG 740 полностью автоматически управляет и контролирует работу напорной газовой горелки. В качестве реле пламени может использоваться УФ-элемент UVZ 721 или ионизационный зонд, что не требует переключения на приборе. За процессом функционирования можно проследить с помощью встроенной индикации программы. Соединительные клеммы предусмотрены для УФ-элемента или ионизационного зонда, исполнительного элемента воздушной заслонки, конечного выключателя воздушной заслонки, реле воздуха, трансформатора системы зажигания, мотора, вентиля, первой ступени, второй ступени, внешней индикации неисправностей и дистанционного возврата в исходное положение.

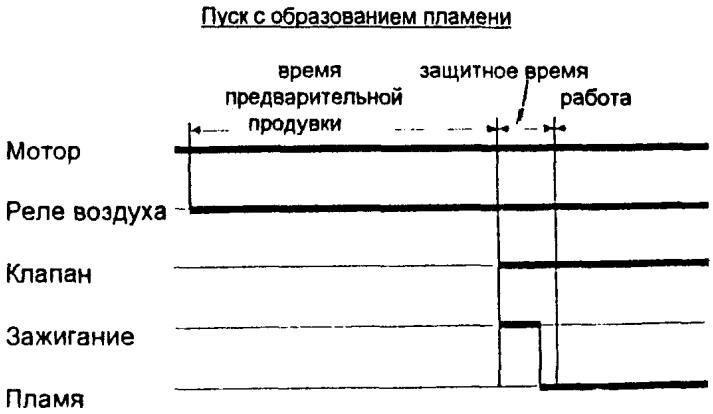
УФ-датчик



Установка ультрафиолетового элемента в горелке относительно проста. Недостаток УФ-системы контроля состоит в том, что уход пламени от горелки не контролируется. На УФ-элемент может, правда, оказывать влияние излучение находящейся поблизости горелки.

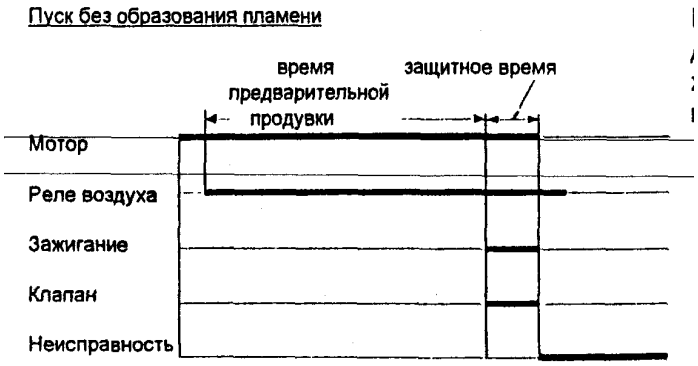
Электропроводка датчика:

Питающая линия для УФ-элемента является некритической. В контуре УФ-элемента в нашем распоряжении имеется энергии несколькими порядками больше, чем в контуре ионизационного зонда. Защиты от токов утечки и коротких замыканий между проводами не существует. Правда, в результате искусного монтажа выпрямителя непосредственно при элементе этот недостаток легко устраним.

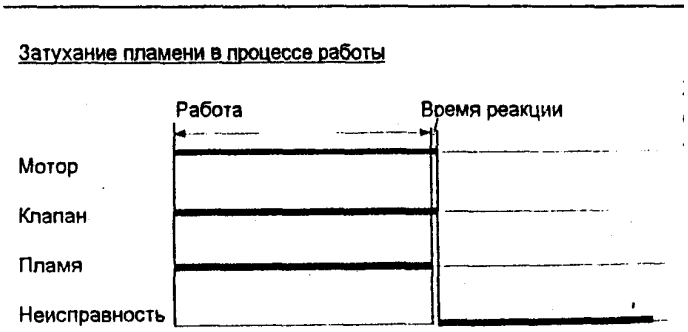


Обзор процесса работы

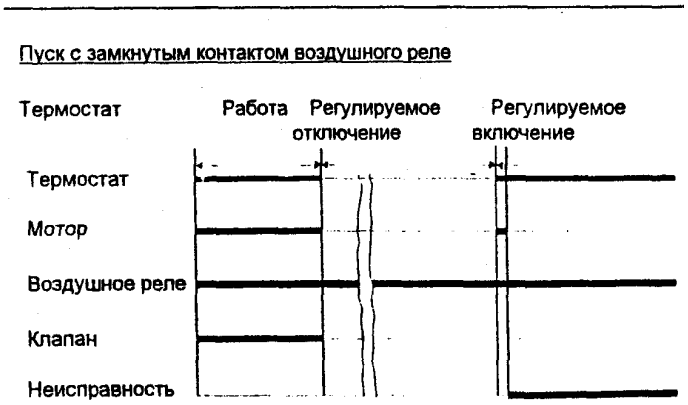
При нормальном пуске с образованием пламени мотор вентилятора первым получает напряжение. Как только переключается контакт реле воздуха, начинается время предварительной продувки. По окончании фазы предварительной продувки напряжение одновременно подается на зажигание и магнитный вентиль. Тем самым начинается защитное время. Как только датчик пламени устанавливает наличие пламени, зажигание отключается.



При пуске без образования пламени подача в конце защитного времени тотчас же отключается и газотопочный автомат включается на неисправность.

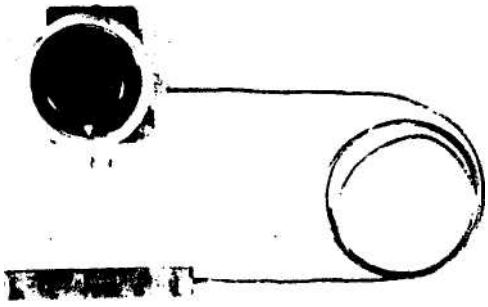


Если в процессе работы происходит затухание пламени, то подача топлива после времени реакции датчика пламени тотчас же прекращается. Газотопочный автомат включается на неисправность.



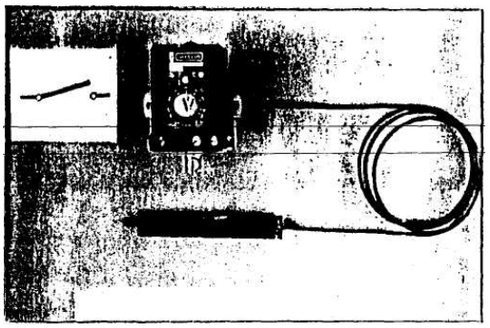
Реле давления при каждом пуске контролируется в неподвижном и рабочем положении; если контакт при пуске замкнут, то происходит аварийное отключение (TMG 740, MMI 810).

Регулятор температуры котла



Приборы для регулирования и контроля за температурой котла

Регулятор температуры котла при достижении установленной температуры котла отключает горелку, а при охлаждении котла до определенного значения снова включает ее. Температура отключения на регуляторе устанавливается с помощью кнопки. Температура включения расположена ниже температуры выключения на зону неоднозначности регулятора. Чтобы избежать низкотемпературной коррозии диапазон заданного значения для регулятора температуры котла часто ограничен снизу. Самая низкая температура, которую можно установить на регуляторе температуры, составляет по этой причине 65° С.

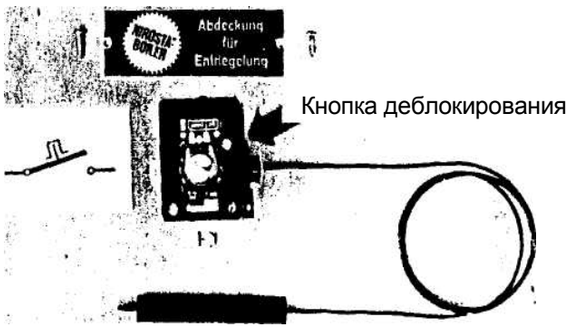


Реле температуры котла

Реле температуры котла - это прибор, похожий на регулятор температуры котла, и отличающийся только тем, что реле не регулирует температуру котла, а контролирует. Реле температуры котла имеет более высокую уставку, чем регулятор температуры котла, и отключает горелку только при отказе регулятора температуры котла. Поскольку реле является органом контроля за температурой котла, то его подключают не в контур управления, а в фазовую питающую линию газотопочного автомата.

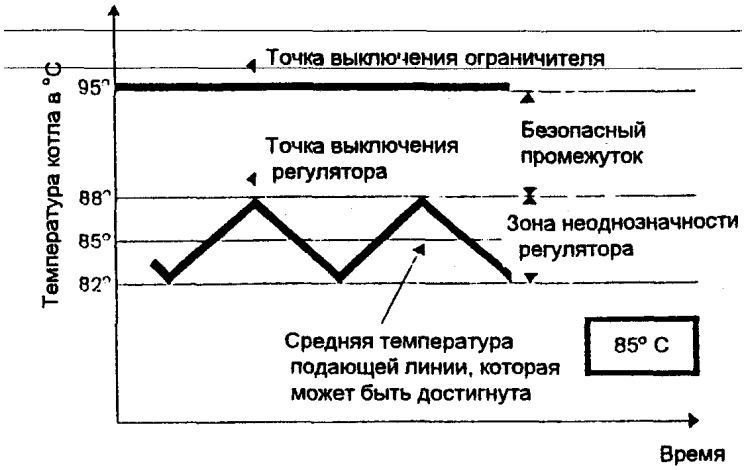
Ограничитель температуры котла

В случае установок, к которым предъявляются более высокие требования по защите, для контроля за температурой котла используют ограничитель температуры. Последний отключает горелку при превышении установленной температуры котла, но после охлаждения котла он его снова самостоятельно не включает. Для пуска установки после срабатывания ограничителя температуры необходимо приведение в действие деблокирующей кнопки. В результате блокирования ограничителя температуры, которое наступает только тогда, когда регулятор неисправен, нужно обратить внимание пользователя установки на это повреждение.

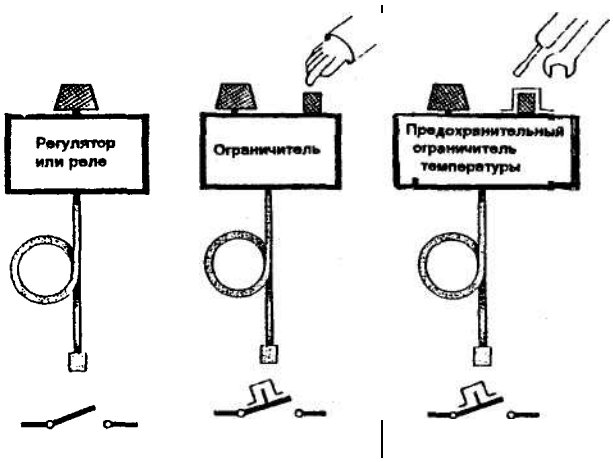


Предохранительный ограничитель температуры котла

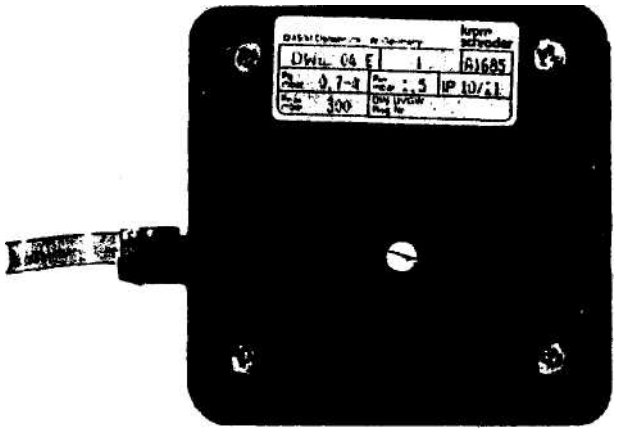
Наивысшую ступень безопасности обеспечивает предохранительный ограничитель температуры. Этот прибор отличается от уже описанного ограничите ля температуры только тем, что деблокирующая кнопка может быть приведена в действие только с помощью инструментов. В результате монтажа предохранительного ограничителя температуры достигается необходимость для пользователя при возникновении неисправности вызвать представителя фирмы по тепловым установкам, а не нажимать деблокирующую кнопку. Представитель фирмы деблокирует ограничитель температуры только тогда, когда будет устранена причина неисправности. Для регулирования котлов используются стандартные ограничители температуры, которые, будучи встроенными под защитную крышку, становятся предохранительными ограничителями температуры. Деблокирующую кнопку можно привести в действие только тогда, когда с помощью инструментов будет уда лена крышка, находящаяся над деблокирующей кнопкой.



Чтобы ограничитель температуры при обычном режиме работы не срабатывал, его точка выключения должна располагаться выше точки включения регулятора на безопасный промежуток. Этот промежуток должен быть по величине таким, чтобы можно было учитывать как заводские допуски регуляторов и ограничителей, так и конвективный нагрев котла. Если предохранительный ограничитель температуры установлен на 95°С, тогда точку выключения регулятора, исходя из этого условия, разрешено устанавливать максимум на 88° С. При зоне неоднозначности регулятора в 6° С получаем тогда среднюю температуру подающей линии равную 85° С.

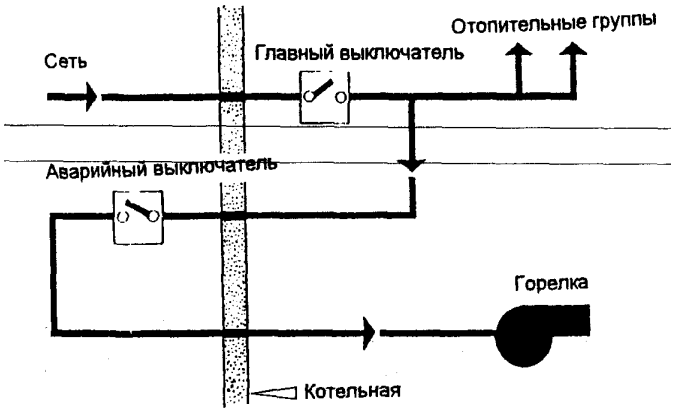


Для повторения изложенного рассмотрим еще раз приборы для регулирования и контроля температуры котла. Регуляторы и реле температуры котла выключают его при достижении установленной температуры, а по охлаждении котла снова включают его. Ограничитель температуры отключает котел по достижении установленной температуры и только после деблокирования включает снова. Предохранительный ограничитель температуры блокирует котел по достижении установленной температуры и может быть деблокирован только с помощью инструментов.

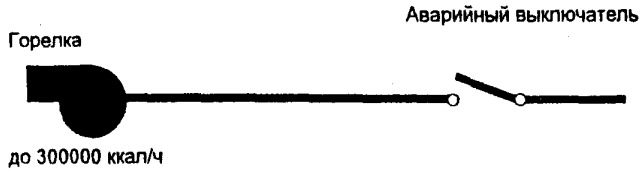


Реле давления воздуха

Реле давления — это приборы, как уже видно из названия, которые находят применение в теплотехнике для контроля за давлением в диапазоне миллибар. В случае напорных газовых горелок они используются для контроля за подачей воздуха для горения, а на присоединительном газопроводе - для контроля за давлением газового присоединения. Давление включения и выключения вообще устанавливается на реле давления воздуха плавно, но реле давления воздуха, изображенное на соседнем рисунке, имеет жесткую уставку. Если на мембране реле давления возникает избыточное давление, то силовой выключатель в момент достижения фиксированного давления приводится в другое коммутационное положение.

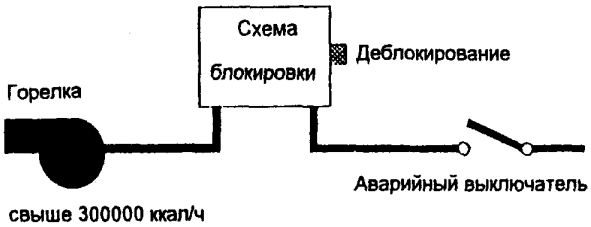


Каждая отопительная установка нуждается в главном выключателе, с помощью которого отключается вся установка. Часто в качестве выключателя используют такой выключатель, который, будучи расположен вне котельной, одновременно представляет собой аварийный выключатель. Это расположение неправильное. При правильном расположении с помощью главного выключателя выключается вся установка целиком, а с помощью аварийного - только устройство горелки. Причина, по которой при возникновении опасности не должны быть отключены отопительные группы, заключается в том, что в данном состоянии, которое вообще означает перегрев котла, тепло может быть отведено через отопительные группы с помощью рециркуляционных насосов. Если же в случае опасности вся установка отключается через главный выключатель, возникает новая опасность того, что из-за перегрева в котле может произойти образование пара.



DIN 4755 жидкотопливные установки
DIN 4756 газотопливные установки

Независимо от пространственного размещения к аварийным выключателям в предписаниях DIN предъявляются особые требования. Для установок до 350 кВт (300000 ккал/ч) разрешено указанное на данном рисунке расположение, при котором устройство горелки может с помощью аварийного выключателя быть выключено и затем снова включено.



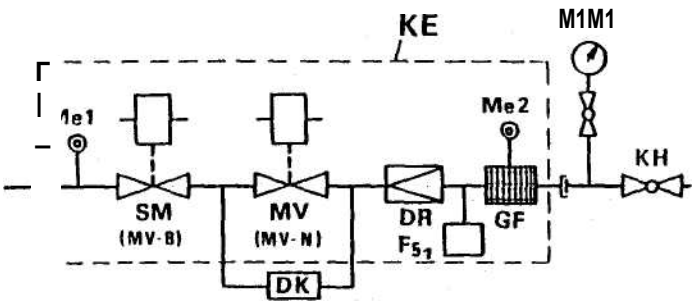
DIN 4755 жидкотопливные установки
DIN 4756 Газотопливные установки

В случае установок свыше 350 кВт (300000 ккал/ч) согласно нормам, указанным на данном рисунке, аварийный выключатель не может служить для повторного включения установок. Для исполнения предписания необходима схема блокировки:
Если аварийный выключатель приводился в действие, то после включения нужно дополнительно нажать еще и кнопку деблокирования, чтобы горелка снова заработала. Такое расположение будет препятствовать тому, чтобы после выключения аварийного выключателя установка была повторно включена некомпетентным лицом, пока не будет устранена опасность.

1. Результаты измерений технического топливного газа
2. Протекание процесса горения
3. Измерительная техника для практического использования
4. Определение производительности горелки
5. Электротехническое подсоединение газовой горелки
6. Арматура для газового подсоединения

При монтаже топочных устройств, предназначенных для сжигания технического топливного газа или его комбинаций с жидкими видами топлива, следует соблюдать технические предписания, директивы "Германского объединения специалистов в области газо- и гидротехники" (DVGW- TRGI1), памятки DVGW, а также DIN 4756 и местные предписания. Иными словами, газотрубопроводы, включая арматуру, должны выбираться и прокладываться согласно этим предписаниям.

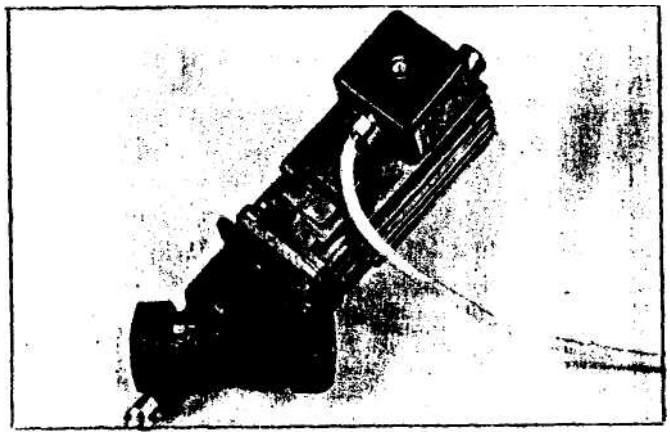
Арматура для газового подсоединения



Арматура для газового подсоединения, которые на газопроводе располагаются непосредственно перед напорной газовой горелкой в присоединительном трубопроводе, в зависимости от вида газа, его расхода и давления присоединения служат для контроля, регулирования и предохранения подведенного топливного газа. DIN 4756 и DIN 4788, а также в своде правил DVGW устанавливается, какая арматура согласно виду газа, его расходу и давлению присоединения и где должна быть расположена.

В качестве примера здесь показана комплектная присоединительная арматура, которая используется для того, чтобы напорную газовую горелку снабдить согласно указанным выше правилам.

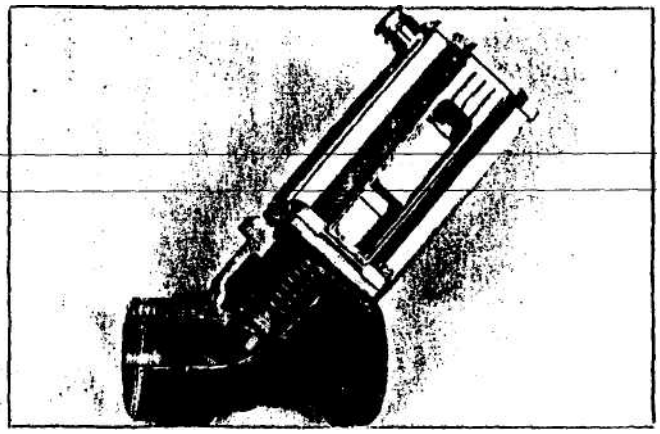
В частности, сюда относятся:
1. Главный газовый магнитный клапан
2. Предохранительный магнитный клапан
3. Реле давления газа
4. Регулятор давления газа
5. Газовый фильтр
6. Шаровой кран



Газовые магнитные клапаны (автоматические блоки регулирования согласно DIN 3394 лист 1)
Газотопливные установки следует оснащать автоматическими блоками регулирования, которые при регулируемом или аварийном отключении тотчас же самостоятельно перекрывают подачу газа. Они должны быть испытаны и допущены к эксплуатации согласно памятке 651

Запирающие устройства делятся на три группы:
1. Для горелок без воздуходувки с номинальной нагрузкой до 120 кВт класса качества не менее С.
2. Для горелок с воздуходувкой до 120 кВт и горелок без воздуходувки с номинальной мощностью свыше 120 кВт класса качества минимум В.
3. Для горелок с воздуходувкой и номинальной нагрузкой свыше 120 кВт класса качества А.

Горелки фирмы Гирш принципиально имеют магнитный клапан класса качества А.



Для многостороннего использования существуют различные исполнения: Базовое исполнение представляет собой быстро открывающийся и быстро закрывающийся клапан, т.е. полный ход сразу открывается и снова закрывается: Эти клапаны используются в случае горелок с газорегулирующей заслонкой или кареткой и в качестве дополнительного предохранительного клапана. Этот вид клапанов может быть также снабжен устройством для регулирования расхода газа.

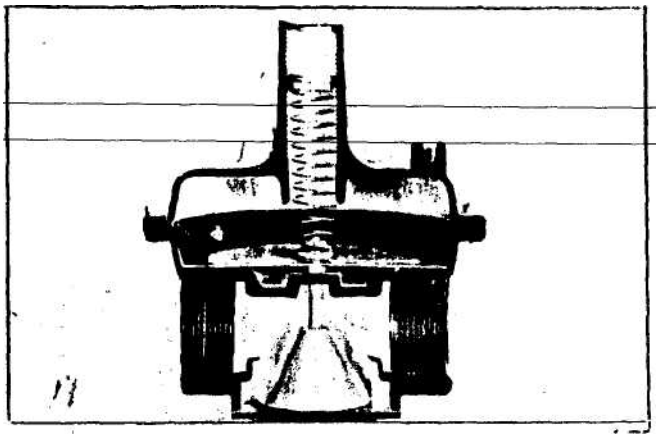
Все горелки мощностью свыше 120 кВт следует по отношению к газу запускать с пониженной стартовой мощностью, которая должна находиться в пределах 10-40% от номинальной нагрузки, при этом более высокая процентная ставка действительна для горелок, имеющих меньшую мощность.
Медленно открывающийся или же открывающий с запозданием клапан оснащен быстродействующим коротким ходом (который может также иметь исполнение, позволяющее регулировку), что имеет большое значение для надежного зажигания горелки. Как только короткий ход произвел открывание, тарелка клапана медленно движется в конечное положение. Этот ход можно варьировать для регулирования расхода при полной нагрузке.

Реле давления газа

Реле давления служат для контроля давления газа. При превышении или опускании ниже заданного давления, устанавливаемого посредством дискового кулачка и шкалы, реле замыкают, коммутируют или размыкают электрическую цепь.
Заданное значение у этого вида реле давления может быть точно зафиксировано с помощью плавно вращаемого установочного колесика, имеющего на своей верхней стороне шкалу с делениями в миллибарах. Указанные на шкале значения относятся к соответствующим пусковым давлениям.
После выполненной фиксации желаемого заданного значения плавно вращающееся установочное колесико стопорится винтом.

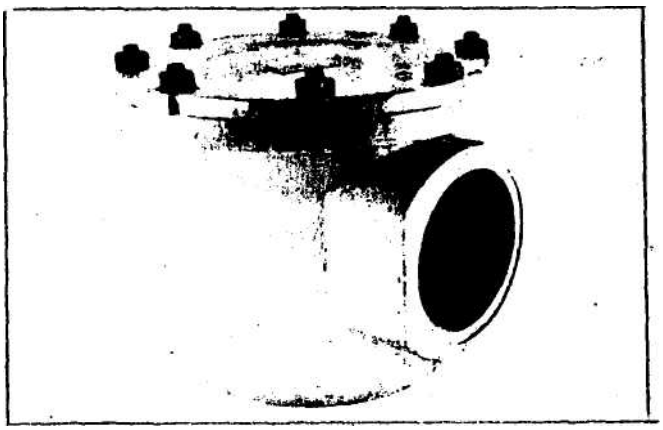
Регуляторы давления в приборе

Согласно DIN 4756, абзац 5.2.3. и DIN 4788 газотопливные установки для обеспечения равномерного газового давления перед горелкой должны быть оснащены регулятором давления в приборе. Регуляторы давления в приборе имеют своей задачей снабжать газовую горелку газом, имеющим, по возможности, постоянное давление. Для этой цели регулятор давления должен более высокое колеблющееся сетевое давление регулировать с понижением до согласованного с горелкой постоянного заданного давления или соплового давления.



На установках с малыми или средними мощностями и низкими давлениями используют рессоронагруженные регуляторы давления в приборе, имеющие регулируемое заданное значение. Для более высоких давлений и средних мощностей применяют регуляторы, на которые давят пружина и груз, так что высота давления на выходе является функцией от пружины и веса. Для больших мощностей и высоких давлений используют регуляторы со вспомогательной энергией от объекта регулирования, при этом исполнительный прибор получает свои импульсы от управляющего регулятора.

Установки с давлением газа выше 100 мбар должны быть оснащены предохранительным запорным клапаном (SAV). Этот клапан SAV может быть в качестве отдельного прибора встроен по направлению течения перед регулятором или непосредственно в кожухе регулятора.



Безотказная работа чувствительных регулирующих и защитных устройств, установленных на газовых топочных установках, в значительной степени зависит от характеристик топливного газа. Так как такие вредные вещества как ржавчина и пыль в трубопроводах неизбежно приводят к неисправностям в работе, то установка надежных газовых фильтров перед регулирующими и защитными устройствами горелок оказалась необходимой.
Согласно DIN 4788, декабрь 75 предписывается их установка.

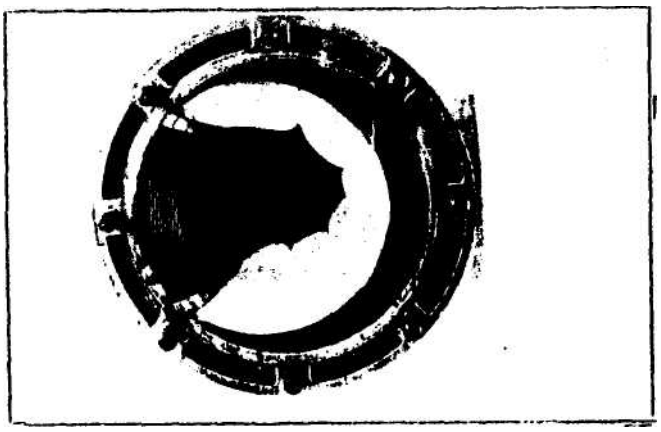
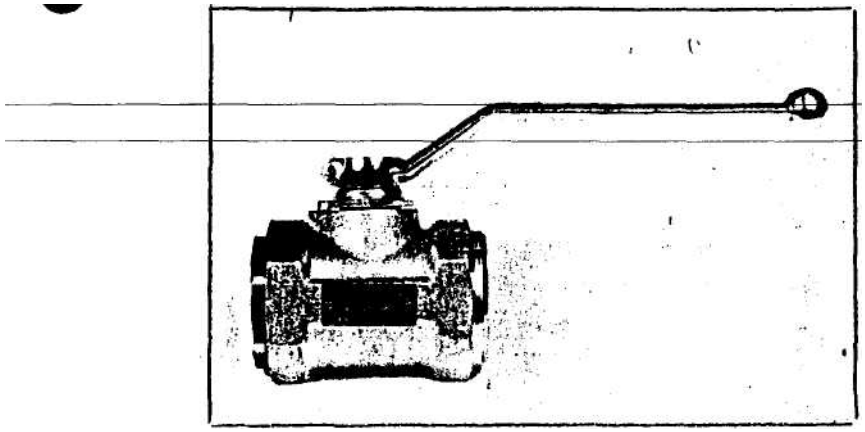
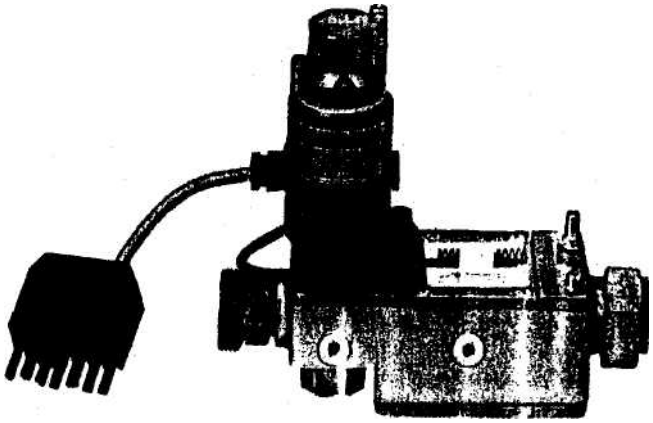


Рисунок показывает сменный вкладыш фильтр.



Запорные устройства

Запорные устройства должны отвечать нормам для соответствующих максимальных рабочих давлений. Они должны быть расположены в легко доступном место и одобрены со стороны DVGW. Запорное устройство должно монтироваться со стороны входа на установке для регулирования давления. В случае установок с номинальной теплопроизводительностью более чем 46 кВт (167,4 МДж/ч) следует снаружи помещения, где расположен теплогенератор, встроить в газопровод запорное устройство, которое было бы легко доступно и обслуживалось вручную. Дистанционное управление рекомендуется прежде всего для установок с большей теплопроизводительностью.



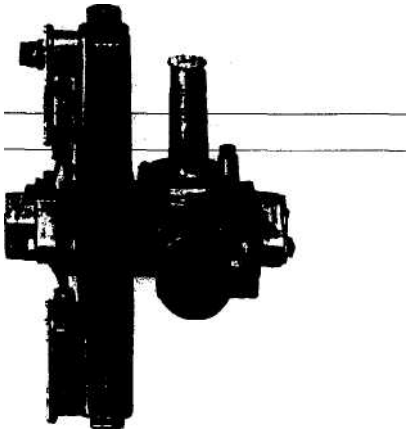
Компактная арматура CL, MC или же CG состоит из

... фильтра из пористой ткани с неориентированным расположением волокон согласно DIN 3386 ... регулятора давления согласно DIN 3392

... надстроенного реле давления согласно DIN 3398

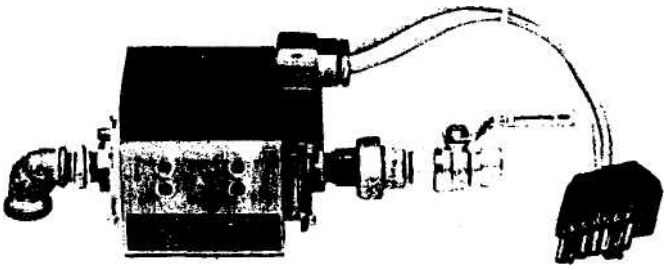
... магнитного клапана согласно DIN 3394 ч.1.

быстро открывающего и быстро закрывающего, используемого в качестве предохранительного блока регулирования и, кроме того, последовательно включенный в качестве главного регулирующего органа еще один магнитный клапан согласно DIN 3394 ч.1 с демпфированной характеристикой открывания для "мягкого пуска" подключенной горелки. Начальный момент демпфирования и моментального освобождения стартового расхода газа можно без труда установить с помощью поворота демпфирующего элемента. Этот магнитный клапан является быстро закрывающим. Выходная сторона комплектной арматуры оснащена вращающимся шибером для успешного согласования выходного давления. Компактные арматуры, не имеющие встроенного вращающегося шибера, мо гут регулировать выходное давление с помощью вставления регулирующих дроссельных заслонок в резьбовое со единение на выходной стороне компактной арматуры.



Компактная арматура GB3 состоит из ...
…фильтра из пористой ткани с неориентированным расположением волокон согласно DIN 3386
... регулятора давления согласно DIN 3392
... надстроенного реле давления согласно DIN 3398
... магнитного клапана согласно DIN 3394 ч.1.

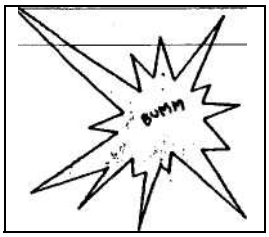
Фильтр тонкой очистки очищает поступающий газ от твердых веществ. На измерительном патрубке после фильтра жестко смонтировано реле давления газа (предохранитель дефицита расхода газа). Следующий за ним регулятор давления газа поддерживает выходное давление точно на регулируемом значении. В зависимости от ступени использования затем следует один или два магнитных клапана, причем главный магнитный клапан может быть надстроен по выбору: быстро открывающим и закрывающим - серия "S" или с возможностью установки короткого хода, медленно открывающим - серия "KL". Для двухступенчатого режима работы пристроен перепускной клапан со звеном дроссельного фильтра для регулирования малого расхода газа. В случае исполнения с двумя предохранительными запорными клапанами можно подсоединить автоматический контроль на герметичность.

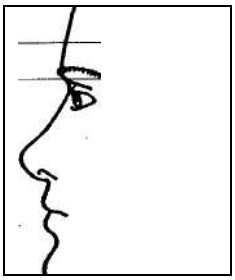


Компактная арматура CG

С фильтром
регулятором давления
реле давления
и одним или двумя магнитными клапанами

Опасность!





В заключение еще несколько слов к теме: "Техника безопасности при использовании топливных газов"

Опасности, которые возникают во время применения топливных газов, могут быть предотвращены в результате соответствующих мер безопасности. В качестве источников опасности можно назвать их взрывоопасность и токсичность.

Воздействия отдельных газов на человеческий организм очень различны и проявления также различны. Например, появляется головная боль, тошнота, рвота, затем происходит потеря сознания и смерть. Различают:

а) фумиганты с удушающим действием: углекислый газ CO_2, водород H_2, азот Ы$_2$, пропан C_2H_8, метан CH_4, бутан C_4Ню,

б) фумиганты с раздражающим действием: двуокись серы SO_2,

в) фумиганты, действующие на кровь, нервную систему и другие ткани организма: окись углерода CO, сероводород H_2S, сероуглерод CS_2.

При отравлении газом, сопровождающимся удушьем, можно с помощью немедленной подачи кислорода достичь улучшения. Напротив, при отравлении CO необходима регенерация крови.

Кроме того, при проектировании установок следует обратить внимание на то, чтобы не возникла опасность для жизни в результате перегрева.

Что делать, если пахнет газом?

1. Тотчас же погасить пламя (на всех горелках!)

2. Тотчас же открыть все окна и двери!

3. Тотчас же закрыть запорное устройство при газовом счетчике.

4. В помещения, в которых чувствуется запах газа, не входить с открытым огнем!
   Не зажигать спички и зажигалки!
   Не включать и не выключать электрический свет, т.к. выключатели часто искрят!
   Не пользоваться электрическим звонком! Не курить!

5. После закрытия главного крана посмотреть, закрыты ли все газовые краны и те, которые еще открыты, закрыть! (Краны огнепровода, газовый охладитель и т.д.).

6. Свет можно снова зажечь только тогда, когда больше не будет чувствоваться запах газа! Не следует полагаться на собственные органы чувств, а позвать для этого других лиц!

7. Если не найти причины запаха газа, несмотря на то, что все газовые краны закрыты, то следует тотчас позвонить в газовую службу. Даже о слабом запахе газа, причину которого не выяснить, следует сообщить в газовую службу!

8. Если запах газа проникает из помещений, в которые нельзя так просто попасть при аварии или повреждениях на газовых установках, то следует тотчас же известить полицию, которая имеет право обеспечить себе доступ; одновременно нужно оповестить газовую службу!

9. Если есть подозрение, что запах газа идет из подвала, то следует хорошо проветрить подвал, но не входить в него; оповестить остальных жильцов дома, одновременно следует оповестить газовую службу!

10. Аварии или повреждения на газовых установках не устранять самостоятельно. Это разрешено выполнять только специалистам, каковыми являются уполномоченные газоснабжающих предприятий и слесари магистральных трубопроводов! Место повреждения должно оставаться доступным для аварийной службы!

Перед вводом в эксплуатацию напорных газовых горелок лицо, ответственное за пуск, должно проверить:

1. Правильно ли выбран и расположен (согласно DVGW 4788) комплект арматуры газового подсоединения для предусмотренного расхода газа?

2. Контрольное испытание электрического монтажа, включая регулятор, реле, ограничитель и предохранитель дефицита расхода воды. Если отсутствует управление котла, то проверить, имеются и правильно ли подсоединены управляющие и регулирующие устройства. Была ли выполнена предусмотренная в каждом случае схема электрических подсоединений и правильно ли согласована фазовая питающая линия на цоколе газотопочного авто мата с предусмотренной для этого клеммой?

3. Свободен ли газоотводной канал и, если имеется, то блокировано ли согласно действующему постановлению устройство для регулирования уходящих газов.

4. Была ли предпринята сантехником, имеющим специальное разрешение от GVU проверка на герметичность распределительной линии.

5. Спущен ли воздух из распределительной линии вплоть до комплекта арматуры газового соединения, например, через измерительный ниппель на регуляторе газового давления, при соблюдении действующих в отношении этого правила техники безопасности?

6. После надлежащего удаления воздуха закрыть запорный кран.

7. Подсоединить к измерительному ниппелю реле давления соответствующий манометр, открыть запорный кран, считать и записать давление присоединения газа.

8. Закрыть запорный кран и оставить манометр под показанным на соответствующее время. Если показанное давление останется неизменным, то можно утверждать, что запорные устройства в порядке. В результате действий в описанной последовательности в комплекте арматуры газового подсоединения вплоть до реле давления установилось давление газа, которое приводит коммутационные контакты в реле давления в рабочее положение и, тем самым, создана предпосылка для последующего контроля правильности функционирования всей электротехнической части оборудования.

9. Для контроля правильности функционирования всей электротехнической части оборудования нужно действовать следующим образом:
   а) В случае котлов, имеющих котельное управление, поставить переключатель режима работы котла в положение "AUS" ("ВЫКЛ"), главный выключатель поставить в положение "EIN" ("ВКЛ") и только тогда переключатель режима работы котла привести в

горелке для контроля за поданным для горения воздухом, должен деблокировать запуск программы газотопочного автомата.

3. Включается зажигание, а затем открываются газовые магнитные клапаны, которые предписаны для каждого отдельного случая.

4. После открытия магнитных клапанов давление газа в комплекте арматуры газового присоединения снижается и газотопочный автомат включает сигнал неисправности. Манометр, присоединенный к измерительному ниппелю реле давления газа, должен уйти в нулевой диапазон измерения.

10. Запомните: только после успешного исхода контроля правильности функционирования всей электротехнической части оборудования можно начинать эксплуатацию.

11. Определить номинальную нагрузку и занести значения в протокол ввода в эксплуатацию. После того, как будут найдены все данные для номинальной нагрузки, можно начинать эксплуатацию. Для этого открыть запорный газовый кран и деблокировать газотопочный автомат, с этого момента горелка запущена.

12. Установить расход газа и отрегулировать горелку на возможный теплотехнический к.п.д. Записать измеренные значения в протокол ввода в эксплуатацию.

13. Установить номинальную теплопроизводительность горелки и сравнить полученное значение с требуемой номинальной теплопроизводительностью котла. При значительных отклонениях следует дополнительно отрегулировать горелку.