



# **Общие указания по предварительному проектированию систем отопления**

Содержание .....	Страница
Помещения для установки систем отопления, котельные .....	3-4
Котельные .....	5-8
Дымовые трубы .....	9-12
Ориентировочный расчет поперечного сечения дымовых труб .....	13-14
Характеристики отопительного котла .....	15
Указания для выбора параметров .....	16-18
Устройство защиты на случай недостаточного количества воды .....	19-20
Расширительные сосуды .....	21
Водоподогреватель: определение, расчет .....	22
Формуляр для расчета показателя расхода .....	23
Показатель расхода $N$ , показатель мощности $N_L$ .....	24
Вертикальные бойлеры SE-1 .....	25
Многосекционные бойлеры MS .....	26-27
Измерения на топочных установках, работающих на нефтепродуктах и газе .....	28-33
Регулятор тяги / комбинированное устройство для добавочного воздуха ...	34-36
Примеры систем отопления .....	37-41

## 1. Введение

Ниже приводятся нормы и правила, предусмотренные для помещений, предназначенных для установки отопительного оборудования, общая номинальная тепловая мощность которого находится в диапазоне до 50 кВт, а также для котельных, тепловая мощность которых превышает 50 кВт. Требования к исполнению котельных приведены в Распоряжении о топочном оборудовании, а также в TRGI (Технические правила монтажа газового оборудования).

## 2. Помещения, где устанавливается отопительное оборудование

**Помещения, где устанавливается отопительное оборудование, общая номинальная тепловая мощность которого менее 50 кВт**

Помещения, в которых используется топочное оборудование общей номинальной мощностью менее 50 кВт и которые одновременно служат для жилых или аналогичных целей, называются помещениями, предназначенными для установки отопительного оборудования.

При оборудовании таких помещений необходимо также соблюдать требования пожарной безопасности и обеспечивать их надлежащую эксплуатацию.

### 2.1. Снабжение помещений, предназначенных для установки отопительного оборудования, воздухом для поддержания процесса горения

Необходимое количество воздуха для поддержания процесса горения обеспечивается, если в помещении, где устанавливается отопительное оборудование, за час поступает 1,6 м<sup>3</sup> воздуха на каждый кВт общей номинальной тепловой мощности отопительного оборудования при понижении давления не более чем на 0,04 мбар (4 Па) по сравнению с наружным давлением.

**Снабжение помещений, предназначенных для установки отопительного оборудования, воздухом для поддержания процесса горения через наружные швы помещения**

Помещение, где устанавливается отопительное оборудование, должно иметь по крайней мере одну дверь, ведущую на улицу, или одно открывающееся окно. Кубатура такого помещения должна составлять не менее 4 м<sup>3</sup> на каждый кВт общей номинальной тепловой мощности отопительного оборудования.

**Снабжение помещений, предназначенных для установки отопительного оборудования, воздухом для поддержания процесса горения через отверстия, ведущие наружу**

Необходимое количество воздуха для поддержания процесса горения обеспечивается, если в помещении где устанавливается отопительное оборудование, имеется одно отверстие наружу с поперечным сечением не менее 150 см<sup>2</sup> или два таких отверстия с поперечным сечением не менее 75 см<sup>2</sup> каждое.

**Снабжение помещений, предназначенных для установки отопительного оборудования, воздухом для поддержания процесса горения через воздуховоды, выходящие наружу**

Если воздух для поддержания процесса горения в помещении, предназначенное для установки отопительного оборудования, подается по воздуховодам, то кубатура такого помещения должна составлять не менее 1 м<sup>3</sup> на каждый кВт общей номинальной тепловой мощности отопительного оборудования. Поперечное сечение воздуховода показано на диаграммах 1 и 2. При изменении направления каждый раз нужно учитывать следующие припуски:

колесо 90 °:	припуск 3,0 м
колесо 45 °:	припуск 1,5 м

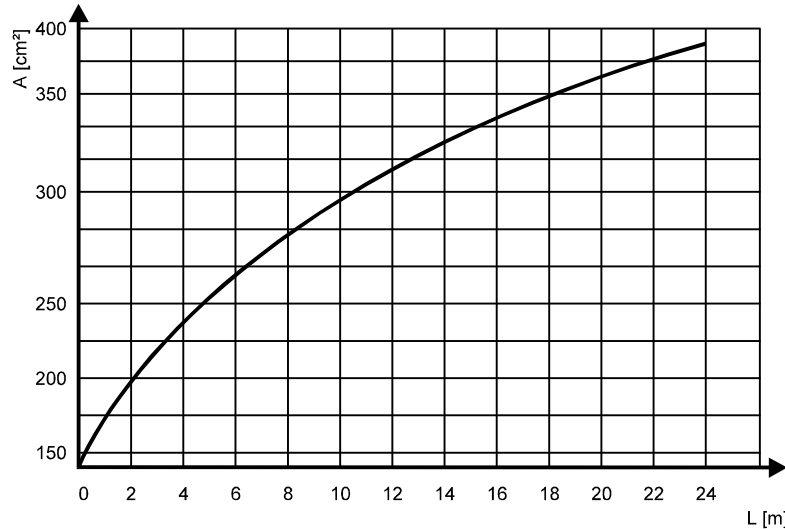
### 2.2. Устройство контроля отходящих газов для газовых топков

Работающие в зависимости от температуры воздуха в помещении газовые топки с устройством защиты потока номинальной тепловой мощностью более 7 кВт допускается устанавливать в жилищах и аналогичных помещениях только в том случае, если они оборудованы устройством контроля отходящих газов (это требование действует с 1.1.1989 г.).

*Примечание:*

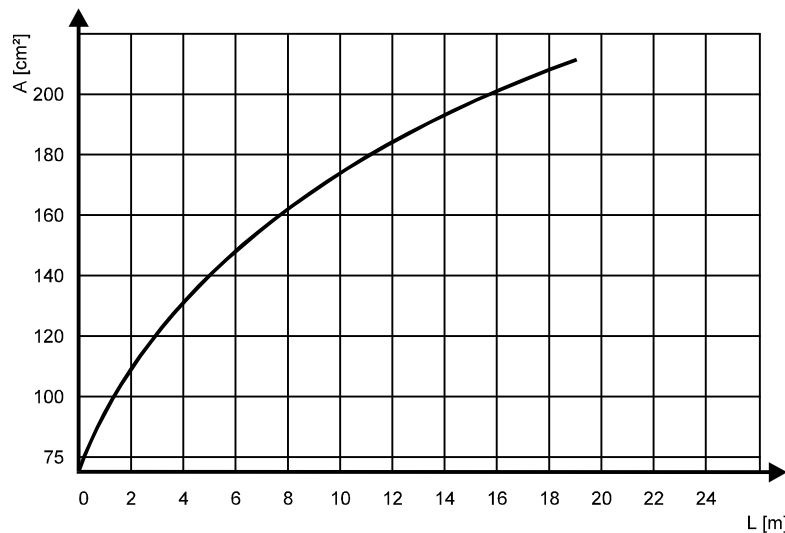
*Проверка действия и сертификация устройства контроля отходящих газов должна проводиться вместе с отопительным котлом. Поэтому на отопительные котлы допускается устанавливать только те устройства контроля отходящих газов, которые рекомендованы изготовителем отопительного котла или предлагаются им в составе принадлежностей к отопительному котлу.*

Диаграмма 1



Эквивалентные квадратные поперечные сечения трубопроводов A в зависимости от их длины L для прямых трубопроводов, подающих воздух для процесса горения и присоединяемых к отверстию наружу со свободным поперечным сечением 150 см<sup>2</sup>.

Диаграмма 2



Эквивалентные квадратные поперечные сечения трубопроводов A в зависимости от их длины L для прямых трубопроводов, подающих воздух для процесса горения и присоединяемых к отверстию наружу со свободным поперечным сечением 75 см<sup>2</sup>.

### 3. Котельные

#### Требования к исполнению котельных, общая тепловая мощность которых превышает 50 кВт

Требования к исполнению котельных, общая тепловая мощность которых превышает 50 кВт, приведены в Распоряжении о топочном оборудовании TRGI (Технические правила монтажа газового оборудования):

- топки для центральных систем отопления, подогрева воды или выработки тепла для производственных или хозяйственных нужд, имеющие общую тепловую мощность более 50 кВт, допускается устанавливать только в таких котельных, которые не используются ни для каких иных целей, кроме как для хранения разрешенного количества топлива.

*Примечание:*

*Из приведенной цитаты следует, что при использовании отопительного оборудования мощностью менее 50 кВт котельных не требуется. Если котельная тем не менее сооружается, то она оборудуется по усмотрению застройщика.*

*Кроме того, из этой цитаты следует, что при использовании отопительного оборудования мощностью менее 50 кВт помещение котельной может использоваться также для иных целей, например, как жилое или аналогичное помещение.*

- Габаритная высота котельных, включая разрешенные вспомогательные помещения и пути эвакуации, должна составлять не менее 2,0 м.
- При использовании полуавтоматических или полностью автоматических топочных установок вне котельной на легко доступном и хорошо защищенном месте должен быть предусмотрен электрический выключатель для отключения насоса жидкого топлива и привода горелок.

**Примечание:**

*То же самое действительно и для газовых отопительных котлов!*

- Размеры котельной должны быть такими, чтобы была обеспечена возможность надлежащего управления топочным оборудованием, его техническое обслуживание и чистка со всех сторон.
- Двери котельных должны распахиваться наружу. Те двери, которые не ведут на улицу, должны вести на пути эвакуации и должны быть как минимум огнезадерживающими и самозакрывающимися.
- В котельных должно быть по крайней мере одно окно, выходящее непосредственно на улицу. В котельных, где используется топочное оборудование общей номинальной тепловой мощностью более 350 кВт, должно быть предусмотрено два выхода, расположенных по возможности напротив друг друга. Один из них должен вести непосредственно на улицу. Вместо такого выхода можно предусмотреть лаз через окно. В этом случае при необходимости следует предусмотреть ходовые скобы.
- Стоки, устраиваемые в полу в котельных с топками на жидком топливе, должны быть оборудованы устройствами, задерживающими мазут. Высота дверного порога должна быть не менее 3 см.
- В котельных должна быть предусмотрена постоянно действующая вентиляция. Вентиляционные трубы, шахты и каналы и их отверстия должны быть достаточно большими. При определении их размеров нужно учитывать общую номинальную тепловую мощность оборудования и тип устанавливаемой топки.

## Снабжение воздухом для поддержания процесса горения

### Снабжение воздухом для поддержания процесса горения для котельных, общая тепловая мощность которых превышает 50 кВт

Для подачи воздуха, в котельной должно быть предусмотрено по крайней мере одно устройство, через которое производится всасывание воздуха с улицы. Устройство для подачи воздуха должно действовать таким образом, чтобы в котельной, где установлено работающее в зависимости от температуры воздуха в помещении топочное оборудование общей номинальной тепловой мощностью до 1000 кВт, давление не снижалось более чем на 0,04 мбар (4 Па).

### Снабжение воздухом для поддержания процесса горения через отверстия, ведущие непосредственно наружу

Необходимое свободное поперечное сечение отверстия для топочного оборудования общей номинальной тепловой мощностью до 1000 кВт можно рассчитать по уравнению (1):

$$A = F \cdot a \cdot [2,5 \cdot \square \square Q_N + 70] \quad [1]$$

A: свободное поперечное сечение отверстия в см

F: зависящий от формы отверстия коэффициент может составлять:

- 1,0 для прямоугольных отверстий, если более длинная сторона не более чем в 1,5 раза длиннее более короткой стороны
- 1,0 для круглых отверстий
- 1,1 для прямоугольных отверстий, если более длинная сторона не более чем в 5 раз длиннее более короткой стороны
- 1,25 для прямоугольных отверстий, если более длинная сторона не более чем в 10 раз длиннее более короткой стороны

a: коэффициент зарешеченности отверстия:

1,0 для незарешеченного отверстия

1,2 для зарешеченного отверстия

$\square \square Q_N$  общая номинальная тепловая мощность в кВт

**Пример:**

Для отопительной системы общей номинальной тепловой мощностью 150 кВт требуется рассчитать свободное поперечное сечение отверстий для снабжения воздухом для поддержания процесса горения, ведущих из помещения непосредственно наружу.

Отверстие для поступления воздуха - круглой формы, имеет решетку.

Вычисление:

$$A = F \cdot a \cdot [2,5 \cdot \pi \cdot \dot{Q}_N + 70]$$

$$A = 1,0 \cdot 1,2 \cdot [2,5 \cdot \pi \cdot 150 + 70]$$

$$A = 660 \text{ см}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 660}{\pi}} = 28,99 \text{ см}$$

$$d = 29 \text{ см} \hat{=} 290 \text{ мм}$$

**Снабжение воздухом для поддержания процесса горения**

В случае прямоугольных отверстий для поступающего воздуха более короткая сторона должна составлять не менее 10 см. В решетках и прочих аналогичных приспособлениях должны иметься сквозные отверстия размером не менее 10 x 10 см. Отверстие для поступающего воздуха по возможности должно находиться напротив отверстия в шахте для удаления отходящих газов. Отверстие для поступающего воздуха допускается делать закрывающимся только в том случае, если защитным устройством обеспечено то, что горелки топки, работающей в зависимости от температуры воздуха в помещении, могут включаться, только когда крышка открыта в достаточной степени.

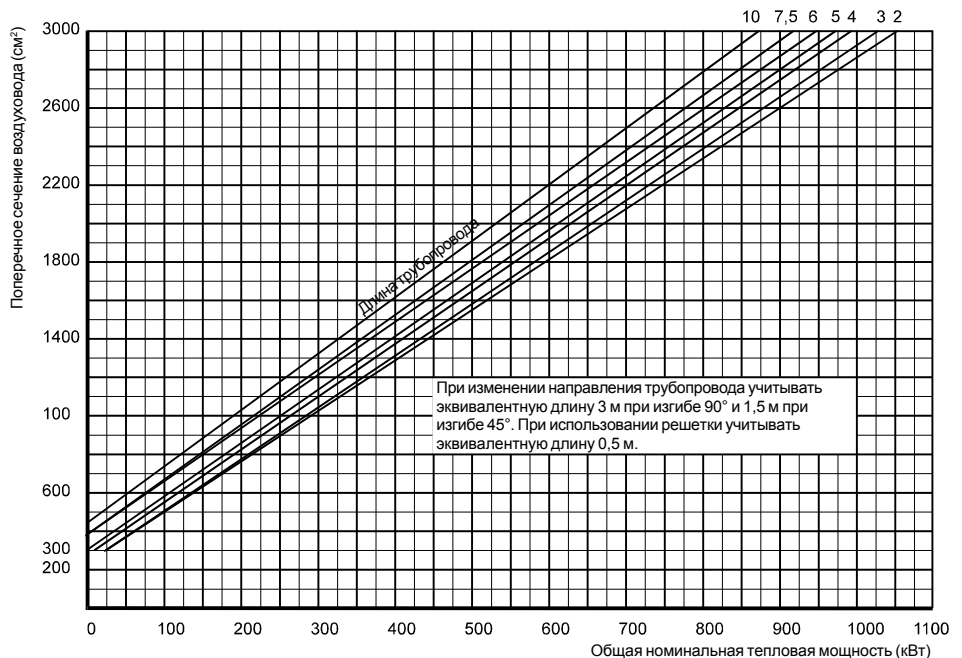
**Снабжение воздухом для поддержания процесса горения - шахта на наружной стене**

Если воздух для поддержания процесса горения поступает из шахты, расположенной на наружной стене здания, то ее поперечное сечение должно быть по крайней мере в 1,5 раза больше поперечного сечения отверстия для приточного воздуха. Основание шахты должно находиться не менее чем на 30 см ниже нижнего края отверстия для приточного воздуха. Необходимо обеспечить возможность беспрепятственной очистки шахты.

**Снабжение воздухом для поддержания процесса горения через воздуховоды, выходящие наружу**

Если воздух для поддержания процесса горения поступает в помещение через воздуховоды, то для расчета поперечного сечения воздуховода следует применять диаграмму 3.

**Диаграмма 3**



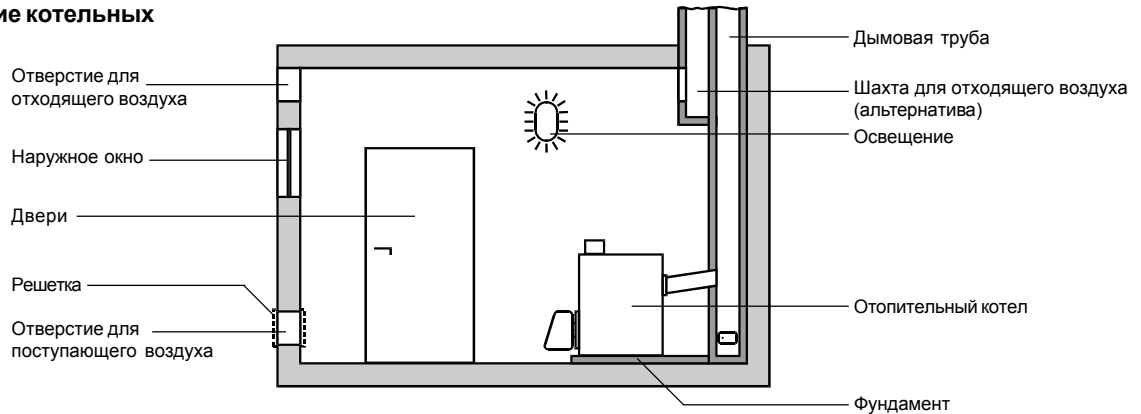
**4. Размеры помещений для котельных**

Размеры помещений для котельных номинальной мощностью более 50 кВт.

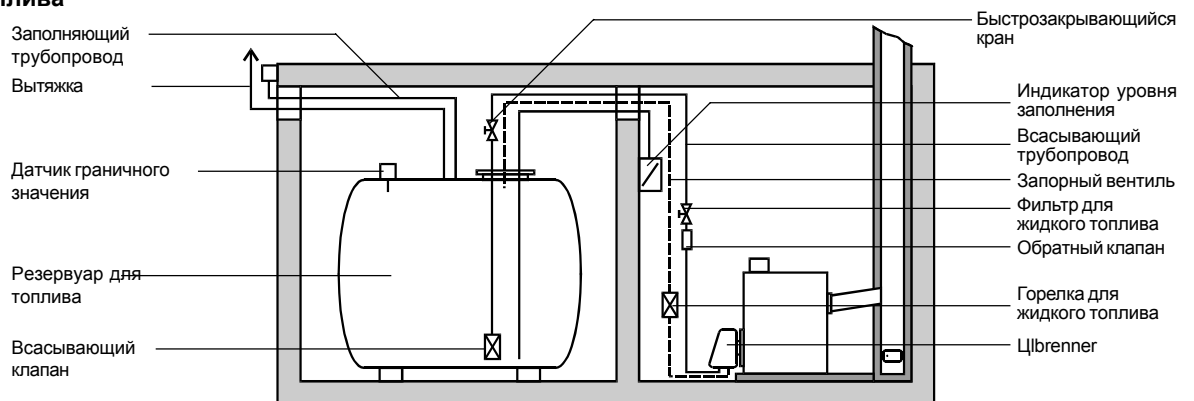
Ориентировочные размеры помещений для котельных приведены в диаграмме 4. При этом размеры помещений для котельных зависят от номинальной мощности котла, которая устанавливается в определенном диапазоне.

**Диаграмма 4**

## 5. Оборудование котельных



## 6. Хранение топлива



**Указание:** Помещения для хранения топлива следует оборудовать в соответствии с местными строительными правилами. Приведенная ниже таблица содержит только вспомогательные ориентировочные данные.

<b>Разрешение органов строительного надзора</b>	Обязательно требуется разрешение органов надзора Повторные проверки при размещении объекта в водоохранной зоне	
<b>Помещение хранилища</b>	Специальное помещение требуется только при хранении топлива в объеме от 5000 л до макс. 100000 л, при этом данное помещение не допускается использовать для каких-либо других целей. Предусматривать защиту помещения от замерзания.	
<b>Размер помещения</b>	Объем хранящегося топлива	не менее
	10 000 л	16 м <sup>2</sup>
	20 000 л	23 м <sup>2</sup>
	30 000 л	33 м <sup>2</sup>
	40 000 л	43 м <sup>2</sup>
<b>Высота помещения</b>	Не менее 2,10 м. Если резервуары с топливом расположены в несколько рядов, то расстояние от верхнего края резервуара до потолка должно составлять не менее 600 мм (чтобы сверху был проход). При однорядном расположении резервуаров специальных требований не предусмотрено.	
<b>Минимальные расстояния</b>	Между резервуарами и стенами со стороны доступа к резервуарам и смежных сторон - не менее 400 мм. Между краем лаза и потолком - не менее 600 мм. Между резервуарами в батарее резервуаров - не менее 40 мм.	
<b>Стены и потолки</b>	Потолки должны быть огнезадерживающими, а при хранении свыше 8000 л топлива - огнестойкими. Стены должны быть огнестойкими.	
<b>Полы</b>	Полы не должны пропускать топливо и должны быть огнестойкими. Улавливающая камера должна вмещать как минимум весь объем хранящегося топлива и иметь защитную окраску, устойчивую к воздействию масла.	
<b>Окна</b>	Помещение должно быть проветриваемым.	
<b>Двери и выходы</b>	Двери должны быть герметичными, самозакрывающимися и как минимум огнезадерживающими. Предусмотреть табличку: хранилище топлива.	
<b>Освещение</b>	Помещение для хранения топлива должно иметь электрическое осветительное оборудование, пригодное для использования во влажных помещениях, класс защиты - IP4(X).	
<b>Огнетушители</b>	Класс пожарной защиты - А, В и С, емкость - не менее 6 кг, огнетушители должны находиться вне помещения для хранения топлива.	
<b>Прочее</b>	Степень заполнения резервуаров - не более 95 %.	

После завершения монтажа всю систему снабжения топливом, включая все ее конструктивные элементы и присоединяемые горелки для жидкого топлива, необходимо проверить при максимальном рабочем давлении и максимальном расходе жидкого топлива.

Первоначальный пуск системы снабжения топливом в эксплуатацию должен выполняться ее изготовителем или назначенным им специалистом.

## 7. Указания по монтажу оборудования для газообразного топлива

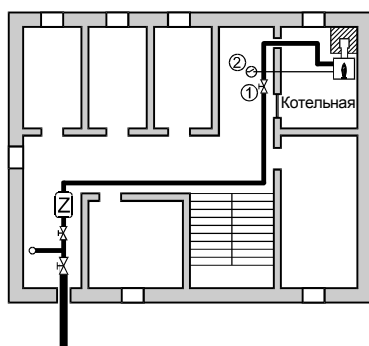
При монтаже и пуске в эксплуатацию газопроводов следует соблюдать Технические правила и требования Немецкого союза по монтажу газового и гидравлического оборудования (DVGW), а также Технические правила для сжиженного газа (TRF).

Согласно требованиям рабочего документа DVGW G260, как правило, допускается использовать только газ из коммунальных и магистральных газопроводов, природный газ, а также газ смеси газа и воздуха.

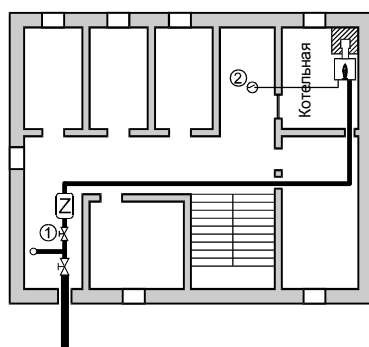
Если в связи с величиной рабочего давления не требуется учитывать иные обязательные условия, то при прокладке газопроводов, включая их арматуру, следует руководствоваться требованиями DVGW-TRGI и, соответственно, TRF.

В газопровод требуется встраивать запорное устройство, которое должно быть размещено вне помещения котельной и которое в любой момент можно привести в действие рукой. Такое запорное устройство может быть заменено главным запорным устройством, предназначенным только для данного здания, запорным устройством для всего здания или запорным устройством со счетчиком.

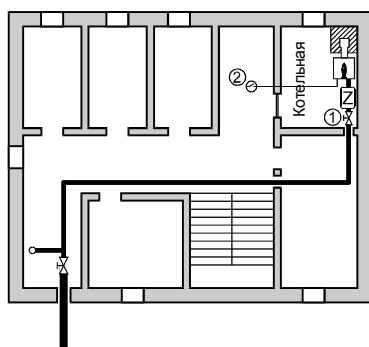
### Примеры размещения аварийных выключателей и газового запорного устройства для котельной



Газовое запорное устройство, размещаемое вблизи двери котельной



Запорное устройство со счетчиком выполняет функцию газового запорного устройства для котельной



Главное запорное устройство выполняет функцию газового запорного устройства для котельной

- ① газовое запорное устройство для котельной
- ② электрический аварийный выключатель (может отсутствовать, если используются газовые топки, работающие без вспомогательной электрической энергии)

### Аварийный выключатель

При использовании горелок газовых топков должна быть предусмотрена возможность их отключения в любой момент электрическим путем с помощью выключателя, размещаемого вне помещения, где устанавливается отопительное оборудование. Рядом с выключателем должен быть предусмотрен четко различимый указатель „Аварийный выключатель топки“. Приведение горелок в действие с помощью такого выключателя допускается только в том случае, если это не представляет опасности в силу специальной конструкции горелок и соответствующего регулирующего устройства.

### Сжиженный газ

Если отопительный котел работает на сжиженном газе ниже уровня поверхности земли, то следует соблюдать соответствующие специальные требования TRF.



## Нормы и правила оборудования дымовых труб, а также подключения топок к дымовым трубам зданий

### Введение

Отопительный котел и дымовая труба составляют единое целое. Это обстоятельство всем известно и основательно описано во многих специальных работах. В дальнейшем мы не ставим своей целью представить решения по правильному определению размеров дымовых труб, а лишь даем ссылки на нормы и правила, действующие для дымовых труб, а также для подключения топок к дымовым трубам зданий.

### 1. Основные требования

Поперечное сечение в свету, высота, расположение, герметичность, термическое сопротивление дымовых труб должны быть выбраны так, чтобы был обеспечен напор, необходимый для подачи воздуха для поддержания процесса горения, теплогенератора и соединительного элемента и способный преодолеть сопротивление дымовой трубы. При отводе отходящих газов из дымовой трубы наружу необходимо предусмотреть, чтобы выпадающие в осадок частицы в результате их охлаждения не могли повредить дымовую трубу.

### 2. Классификация дымовых труб

#### 2.1. Дымовые трубы из кирпича

Согласно классификации DIN 18160 (Дымовые трубы домов - требования, проектирование и исполнение) дымовые трубы подразделяются на несколько групп. Принадлежность к той или иной группе зависит от термического сопротивления дымовой трубы. Группы дымовых труб приведены в следующей таблице.

Таблица 1:

Термическое сопротивление, группа по термическому сопротивлению, тип исполнения

Термическое сопротивление м <sup>2</sup> К/Вт	Группа по термическому сопротивлению	Тип исполнения согласно DIN 4705, часть 2
не менее 0,65	I	I
от 0,22 до 0,64	II	II
от 0,12 до 0,21	III	III

#### 2.2. Стальные дымовые трубы, соответствующие более низким требованиям

Термическое сопротивление стальных дымовых труб - менее 0,12 м<sup>2</sup> К/Вт. Такая дымовая труба по термическому сопротивлению относится к группе IV. У стальных дымовых труб в таком исполнении имеют меньший срок службы, меньшую сопротивляемость возгоранию сажи внутри дымовой трубы и меньшую стойкость при пожарах в зданиях.

*Примечание:*

*Такие дымовые трубы допускается применять только в том случае, если имеется специальное разрешение от органов строительного надзора.*

#### 2.3. Трубы для отвода отходящих газов, выполненные из новых строительных материалов, например, стекла, пластмассы...

На „дымовые трубы“ в таком новом исполнении уже больше не распространяются нормы и требования стандартов DIN 18160 и, соответственно, DIN4705. Эти новые трубы для отвода отходящих газов допускается использовать только в том случае, если они были представлены изготовителем для проверки их действия и пригодности. Такие испытания проводятся Институтом строительной техники, находящимся в Берлине.

В зависимости от материала, из которого изготовлены такие трубы, на них выдается разрешение на использование в постоянном режиме при температуре отходящих газов не более 80 °С, 120 °С или 160 °С. На каждой составной части дымовой трубы (труба, колено, ответвление и т.д.) должен быть проставлен сертификационный номер, а также максимальная допустимая температура.

Чтобы избежать повреждения этих конструктивных деталей, непосредственно на отводе дымовой трубы от отопительного котла на пути отходящих газов следует установить защитный ограничитель температуры, который в случае превышения допустимой температуры отходящих газов отключает и блокирует отопительный котел. Защитный ограничитель температуры нет необходимости устанавливать, если при проведении типовых испытаний отопительного котла подтверждено, что превышения допустимой температуры отходящих газов (например, 120 °С) не происходит.

Минимальный диаметр труб для отвода отходящих газов может быть менее 110 мм.

### 3. Диаметр дымовых труб

#### 3.1 Минимальное поперечное сечение в свету

Поперечное сечение дымовых труб в свету должно иметь форму круга или прямоугольника, площадь которого должна быть не менее 100 см<sup>2</sup>. 100 см<sup>2</sup> соответствуют диаметру 11,28 см, т.е. примерно 110 мм.

Более короткая сторона прямоугольного поперечного сечения должна быть не менее 10 см, а у дымовых труб, выложенных кирпичом, - не менее 13,5 см. Более длинная сторона может быть длиннее более короткой стороны не более чем в 1,5 раза.

#### 3.2. Максимальное поперечное сечение в свету

Размер максимального поперечного сечения дымовых труб в свету следует определять таким образом, чтобы при минимальной тепловой мощности присоединенной топки поток отходящего газа имел скорость не менее 0,5 м/с. Это требование действует также и в том случае, если к одной дымовой трубе присоединено несколько топок.

*Примечание:*

*Если размер поперечного сечения определен так, что скорость потока отходящего газа составляет менее 0,5 м/с, то нужно иметь в виду, что у входного отверстия трубы будет происходить его увлажнение и будет прорываться холодный воздух. Поэтому дымовые трубы с большим поперечным сечением в свету допускается устраивать только в том случае, если доказано, что указанные выше отрицательные обстоятельства не проявляются.*

*С помощью приведенного ниже уравнения можно рассчитать скорость потока отходящего газа в зависимости от его плотности, массового потока и поперечного сечения дымовой трубы:*

$$w_m = \frac{\dot{m}}{\rho_m \cdot A} \quad [1]$$

$w_m$  = средняя скорость потока отходящего газа в м/с

$\dot{m}$  = массовый поток отходящего газа в кг/с

$\rho_m$  = средняя плотность отходящего газа примерно 0,7 кг/м<sup>3</sup>

$A$  = поперечное сечение дымовой трубы в м<sup>2</sup>

### 4. Высота дымовой трубы

#### 4.1 Минимальная эффективная высота

Эффективная высота собственных дымовых труб, диаметр которых определен в соответствии с DIN 4705 (Расчет дымовых труб), должна составлять не менее 4 м.

Эффективная высота общих дымовых труб в отопительных системах, работающих на твердом или жидком топливе, должна составлять не менее 5 м; а в отопительных системах, работающих на газообразном топливе, - не менее 4 м.

Если же у топок, работающих на газообразном топливе, непосредственно за патрубком для отвода отходящих газов имеется подводящий вертикальный участок трубы длиной не менее 1 м, то достаточно, чтобы эффективная высота дымовой трубы была в 1,5 раза длиннее такого участка трубы.

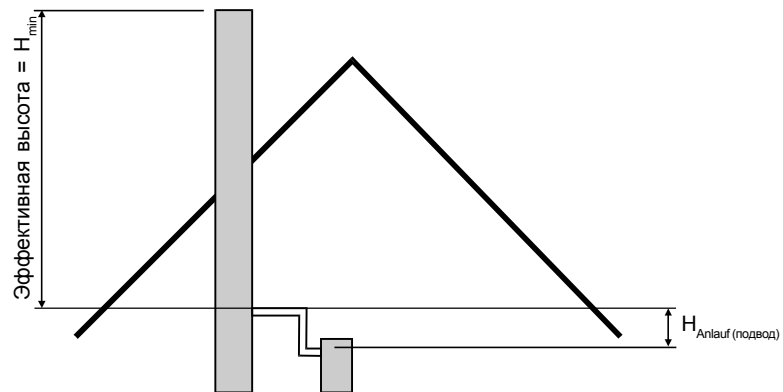
*Примечание:*

Эффективной высотой называется участок трубы от места входа отходящих газов до места их выхода. Исходя из приведенных выше положений, минимальную эффективную высоту дымовой трубы для топок, работающих на газообразном топливе, можно рассчитать по следующему уравнению:

$$H_{\min} = 4 \text{ м} - (1,5 \times H_{\text{Anlauf(подвод)}}) \quad [2]$$

$H_{\min}$  = минимальная высота дымовой трубы для топок, работающих на газообразном топливе, в м

$H_{\text{Anlauf(подвод)}}$  = не менее 1 м, в противном случае уравнение (2) не может применяться.



**Пример:**

Дано: Участок подвода  $H_{\text{Anlauf(подвод)}} = 1,3 \text{ м}$

Требуется найти:  $H_{\min}$

Решение:  $H_{\min} = 4 \text{ м} - (1,5 \times 1,3) \text{ м} = 2,05 \text{ м}$

Минимальная высота дымовой трубы составляет 2,05 м.

## 4.2. Максимальная эффективная высота дымовой трубы

Максимальная эффективная высота дымовых труб с одной опалубкой не должна превышать 150-кратный размер гидравлического диаметра, а с несколькими опалубками - 187,5-кратный размер гидравлического диаметра.

*Примечание:*

Высота и диаметр дымовой трубы взаимосвязаны. В слишком высоких дымовых трубах создается очень большая скорость потока отходящих газов, т.е. большая тяга. Тяга в дымовой трубе должна соответствовать характеристикам отопительного котла, указываемым его изготовителем, поскольку слишком большая или слишком малая тяга в дымовой трубе отрицательно сказываются на процессе горения.

## 5. Присоединение топок к дымовым трубам здания

### 5.1. Присоединение топки к собственной дымовой трубе

К собственной дымовой трубе следует присоединять:

- любые топки, работающие на жидком или твердом топливе и имеющие общую номинальную тепловую мощность более 30 кВт;
- любые топки, работающие на газе и имеющие общую номинальную тепловую мощность более 30 кВт;
- любые топки, предназначенные для горелок с наддувом;
- любые открытые камины, наковальни и другие очаги, в которых используется открытое пламя;
- любые топки в зданиях, имеющих более 5 полных этажей;
- любые топки, в которых воздух для поддержания процесса горения подается через отверстия, выходящие наружу или по герметичным воздуховодам;
- любые топки, имеющие особую конструкцию.

## 5.2. Присоединение нескольких топок к собственной дымовой трубе

Несколько топок допускается присоединять к одной собственной дымовой трубе в том случае, если каждый раз используется только одна топка, а дымовая труба подходит для каждой из топок.

Отклонением от этого правила может быть только случай, когда несколько топок действуют одновременно, но при этом безопасность такого режима эксплуатации топок должна быть доказана в ходе типовых испытаний или должен иметься сертификат, подтверждающий наличие необходимых характеристик дымовой трубы, или же когда выдано официальное разрешение органов строительного надзора.

## 5.3. Присоединение нескольких топок к общей дымовой трубе

К общей дымовой трубе допускается присоединять:

- либо до 3 топок, работающих на жидком или твердом топливе и имеющих мощность не более 20 кВт каждая,
- либо до 3 топок, работающих на газе и имеющих мощность не более 30 кВт каждая.

Каждую топку следует присоединять к дымовой трубе при помощи отдельного соединительного элемента. Эти соединительные элементы нужно вводить в дымовую трубу, смещая их по высоте. Расстояние между входной частью самого нижнего соединительного элемента и самого верхнего соединительного элемента в дымовой трубе не должно превышать 6,5 м.

Чтобы улучшить отвод отходящих газов, непосредственно за патрубком для отвода отходящих газов нужно предусмотреть подводящий вертикальный участок трубы.

Если имеется официальное разрешение органов строительного надзора, то общие дымовые трубы можно использовать для топок с различным видом топлива вперемешку при условии, что соединительные элементы топок имеют подводящий вертикальный участок трубы длиной не менее 1 м.

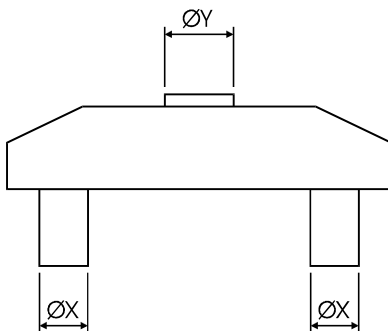
## 6. Соединительные элементы / трубы для отвода отходящих газов

Как правило, каждая топка должна иметь собственный соединительный элемент для присоединения к дымовой трубе. Согласно общим техническим требованиям общие соединительные элементы являются коллекторами отходящих газов. Их допускается использовать только при наличии специального заключения окружной инстанции по надзору за состоянием дымовых труб, подтверждающего, что в данном конкретном случае нет сомнений в их безопасности.

Общий соединительный элемент (коллектор отходящих газов) нескольких систем, вырабатывающих тепло, должен иметь такое поперечное сечение в свету, размер которого равен 0,8-кратной сумме поперечных сечений отдельных соединительных элементов.

Коллекторы отходящих газов для отопительных систем NG-31ED, предлагаемые фирмой „Вольф“, прошли сертификационные испытания Немецкого союза работников технического надзора TUV.

Пример:



A = Патрубок для отвода отходящих газов Ш х = 200 мм

Требуется найти: = Ш у коллектора

Решение: =  $200 \text{ мм} \hat{=} 31416 \text{ мм}^2$

$A_{\text{общ.}} = (31416 + 31416) \cdot 0,8 = 50265 \text{ мм}^2$

$Шу = \sqrt{\frac{4 \cdot 50265}{\pi}}$

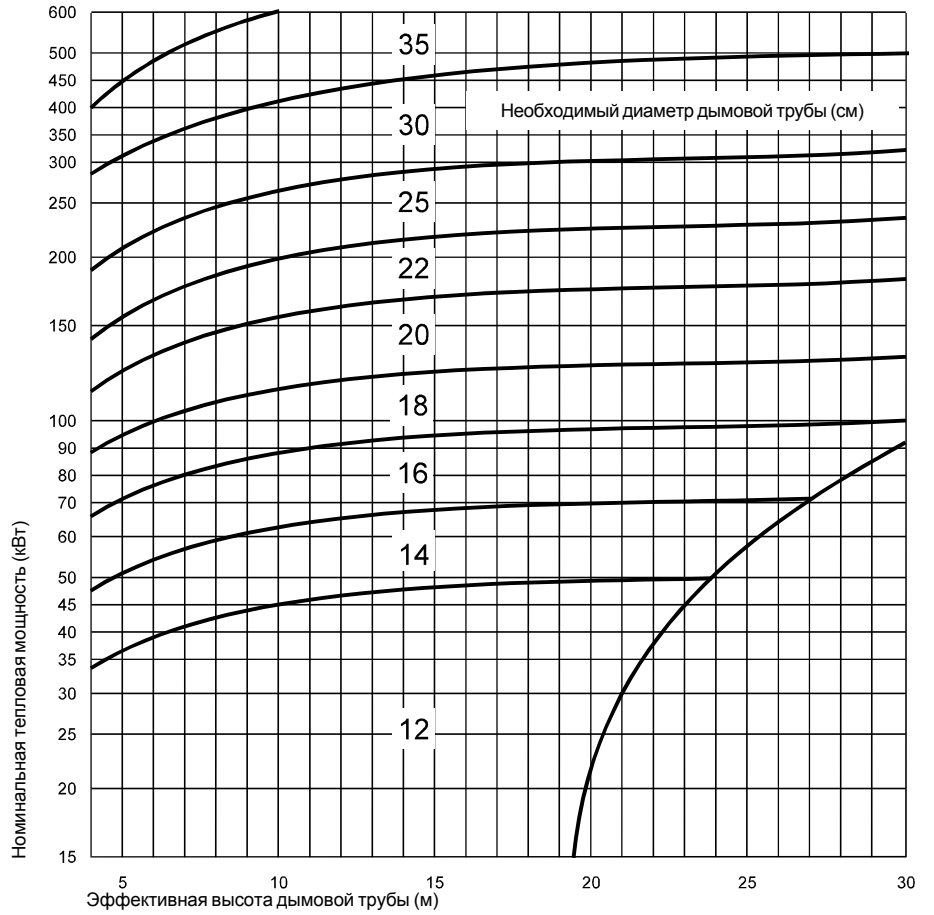
Шу = 253 мм

Прочие требования приведены в стандартах DIN 18160, часть 2, и DIN 1298.

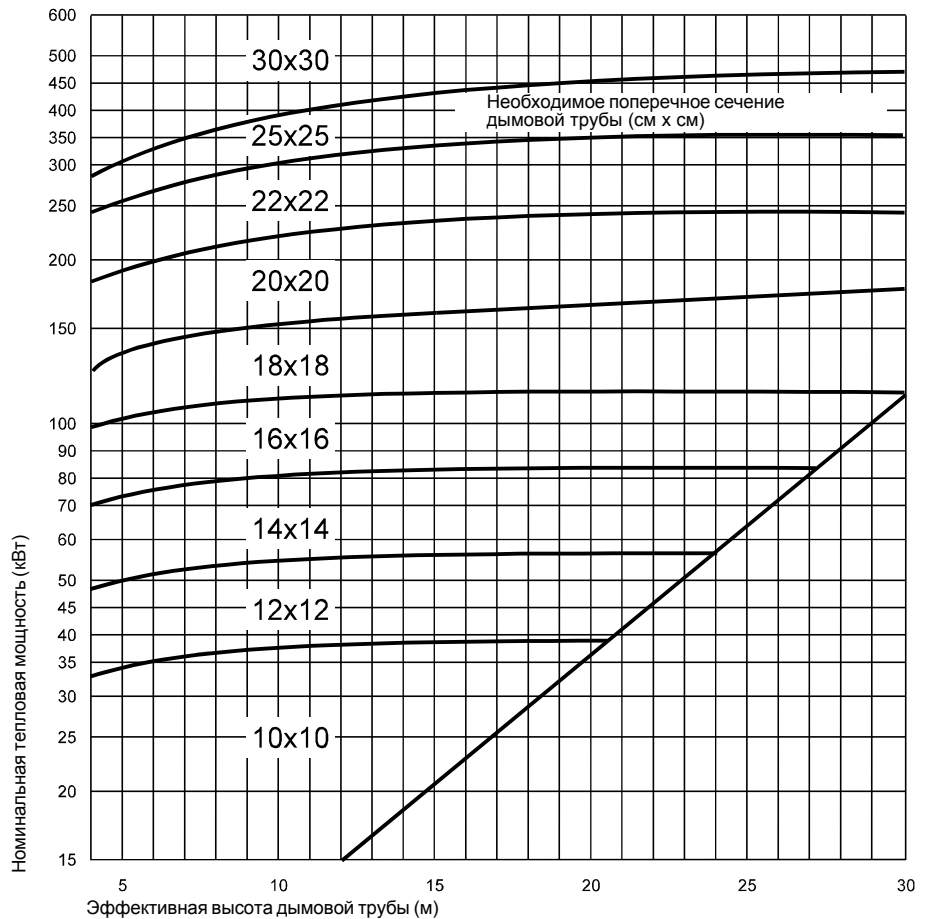
Для газовых топок действуют указания TRGI '86/96 (Технические правила монтажа газового оборудования).

Горелки с наддувом, работающие на жидком топливе, для топок с избыточным давлением

Поперечное сечение круглой формы

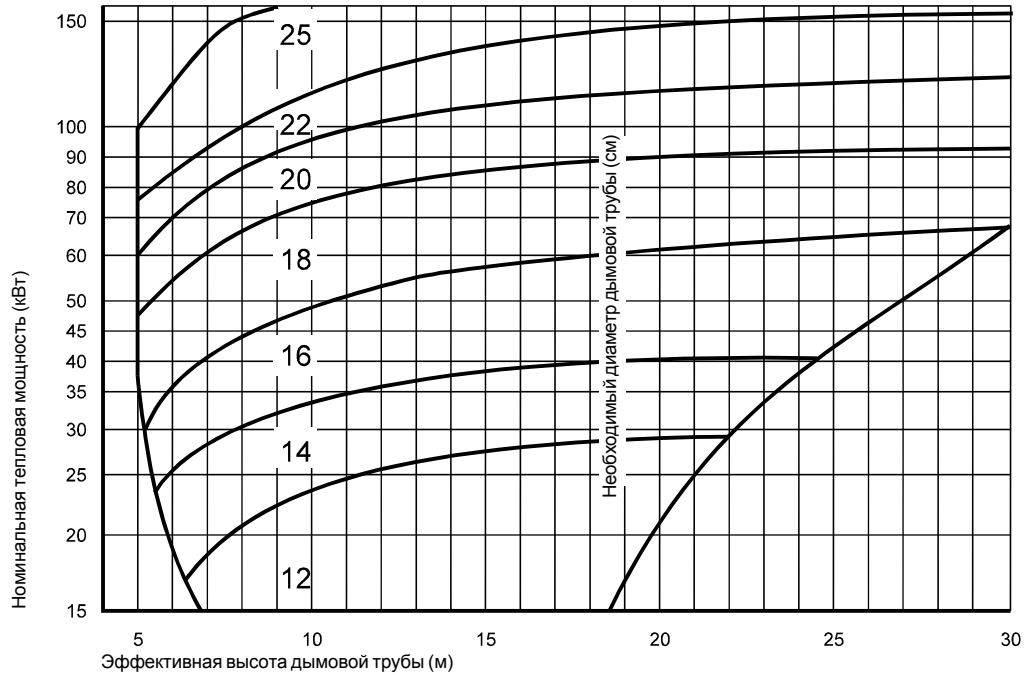


Поперечное сечение квадратной формы

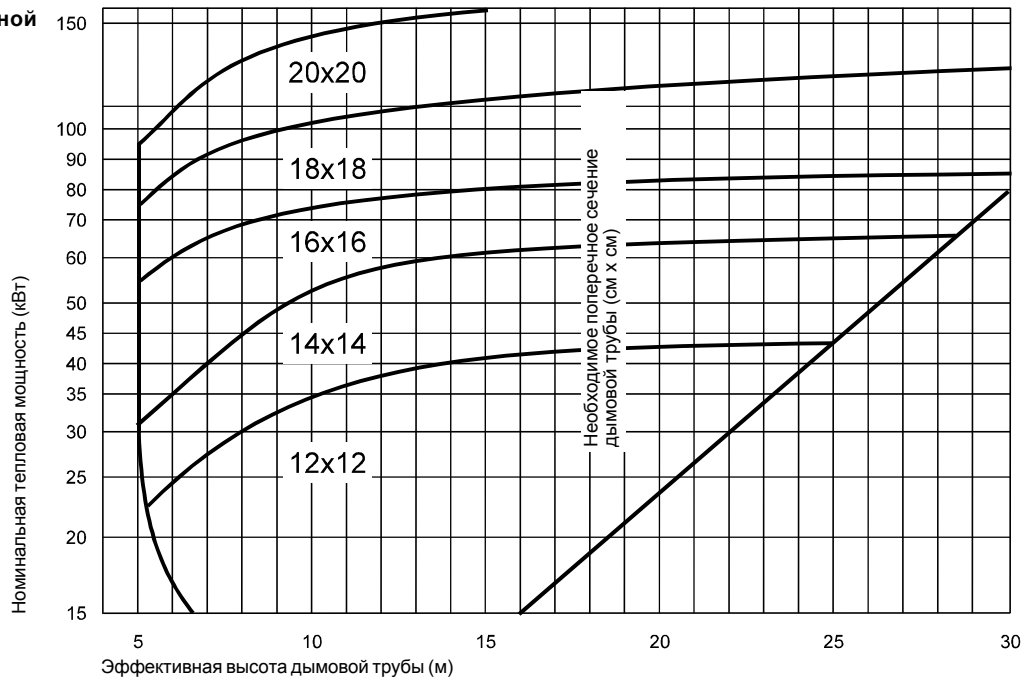


Газовые котлы, работающие при атмосферном давлении

Поперечное сечение круглой формы



Поперечное сечение квадратной формы



Ниже будут даны более подробные указания относительно основных характеристик отопительных котлов, а именно:

- температура отходящих газов  $t_A$  (°C)
- потеря отходящих газов  $q_A$  (%)
- к.п.д. топки  $\eta_F$  (%)
- относительная потеря эксплуатационной готовности  $q_B$  (%)
- к.п.д. котла  $\eta_K$  (%)

**Температура отходящих газов  $t_A$  (°C)**

Температура отходящих газов  $t_A$  (°C) - это температура, которая измеряется в непосредственной близости от места выхода дымовых газов из отопительного котла. Она зависит от температуры воды в котле, степени загрязнения котла и от нагрузки на котел. Для того чтобы рассчитать размеры дымовой трубы и определить потерю отходящих газов, необходимо знать температуру отходящих газов в установившемся режиме работы отопительного котла при достижении температуры воды в котле не ниже 60 °C. Режим работы отопительного котла считается установившимся, когда котельная установка будет иметь температуру воды в котле, а разница между температурой подводящей и отводящей воды будет оставаться постоянной.

**Потеря отходящих газов  $q_A$  (%)**

Под потерей отходящих газов  $q_A$  (%) подразумевается тот поток тепла относительно мощности котла, который без использования во время процесса горения выходит через дымовую трубу.

Как рассчитать потерю отходящих газов, а также максимально допустимые граничные значения в соответствии с действующим в настоящее время Распоряжением федерального правительства о защите от выбросов (BlmschV), описано в главе „Измерения на топочных установках, работающих на нефтепродуктах и газе“.

**К.п.д. топки  $\eta_F$  (%)**

К.п.д. топки  $\eta_F$  (%) рассчитывается по подведенной тепловой энергии (100 %) минус потеря отходящих газов.

$$\eta_F (\%) = 100 (\%) - q_A (\%)$$

**Относительная потеря эксплуатационной готовности  $q_B$  (%)**

Относительная потеря эксплуатационной готовности  $q_B$  (%) отопительного котла характеризует ту часть тепловой мощности топки, которая вследствие излучения и конвекции переходит в окружающую среду отопительного котла. При этом не имеет значения, когда переходит эта „потерянная энергия“ - в нерабочем состоянии или во время процесса горения. Поскольку эту „потерянную энергию“ нужно разделить на установленную мощность топки, она называется относительной потерей эксплуатационной готовности. Согласно DIN 4702, часть 1 („Отопительный котел, термины, требования, испытания и обозначения“) и, соответственно, EN 303 относительная потеря эксплуатационной готовности определяется при среднем превышении температуры отопительного котла 55 K. При этом в течение периода простоя отопительного котла на отводной трубе для дымовых газов должно быть пониженное давление, равное -0,05 мбар и полезное тепло не должно излучаться.

Благодаря хорошей теплоизоляции современных низкотемпературных отопительных котлов относительная потеря эксплуатационной готовности составляет менее 1 %.

**Номинальная тепловая мощность**

Под номинальной тепловой мощностью отопительного котла понимается такую тепловую мощность, которая передается в гидравлическую систему.

**К.п.д. котла  $\eta_K$  (%)**

К.п.д. котла  $\eta_K$  (%) определяется как отношение номинальной тепловой мощности к тепловой мощности, подводимой к отопительному котлу. Как правило, он измеряется при номинальной тепловой мощности в установившемся режиме. При этом перегрев со стороны воды должен составлять более 50 K. Если вследствие эксплуатационных условий это не возможно (низкотемпературный отопительный котел), то согласно DIN 4702, часть 1, и, соответственно, EN 303 нужно провести испытания при превышении температуры не менее 30 K и разности между температурой подводящей и отводящей воды равной  $(10 \pm 2)$  K.

## Ausdehnungsgefае

В каждой системе водяного отопления необходимо предусмотреть расширительный сосуд для приема воды, вытесняемой в результате увеличения ее объема при нагреве. В небольших установках предусматривают закрытые, а в крупных установках - открытые сосуды с навинчивающейся крышкой и люком. Небольшие расширительные сосуды в большинстве случаев имеют цилиндрическую форму. Они могут быть горизонтальными или вертикальными. Более крупные расширительные сосуды имеют форму ящика. Номинальный объем расширительного сосуда  $V_n$  (объем брутто) примерно в два раза больше объема расширяющейся воды  $\Delta V$ , который при ее нагреве с 10 °С до 100 °С составляет примерно 4,3%, т.е. примерно от 1 до 2 литров на каждый кВт тепловой мощности.

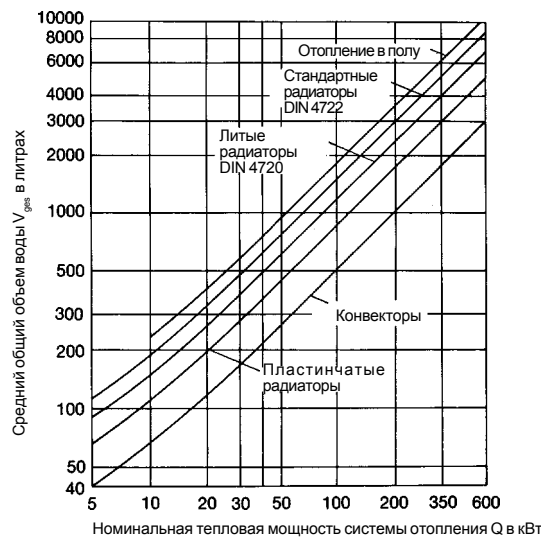
Ориентировочные показатели для систем отопления с обычными отопительными котлами и радиаторами:

при использовании радиаторов:	$V_n = 1,0 \dots 1,3$	литра на каждый кВт тепловой мощности
при использовании конвекторов:	$V_n = 0,5 \dots 0,8$	литра на каждый кВт тепловой мощности
при отоплении в полу:	$V_n = 1,5 \dots 2,0$	литра на каждый кВт тепловой мощности

Чтобы точно определить необходимые параметры расширительного сосуда, нужно вычислить объем воды  $V_{ges}$  в котле, радиаторах, трубах и т.д., т.к. эти значения сильно различаются.

Объем расширительного сосуда, включая припуск на течь, в обычных системах водяного отопления будет составлять  $V_n = 0,06 \dots 0,08 V_{ges}$ .

Средний общий объем воды в системах центрального отопления в зависимости от номинальной тепловой мощности (согласно директиве ZVH)



Объем воды, содержащейся в отопительных трубах

Трубы с резьбой согласно DIN 2440 *)								
Дюймы		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Номинальный диаметр	мм	10	15	20	25	32	40	50
Наружный диаметр	мм	17,2	21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3
Вместимость	л/м	0,12	0,20	0,37	0,58	1,01	1,37	2,16

Бесшовные стальные трубы согласно DIN 2449 *)										
Номинальный диаметр	мм	40	50	60	65	80	90	100	110	125
Наружный диаметр	мм	44,5	57	70	76	89	102	108	121	133
		1,23	2,08	3,22	3,85	5,35	7,09	7,93	10,0	12,3

Медные трубы согласно DIN 2449 *)										
Номинальный диаметр	мм	8/0,8	10/0,8	12/1	15/1	18/1	22/1,2	28/1,2	35/1,5	42/1,5
Вместимость	л/м	1,23	2,08	3,22	3,85	5,35	7,09	7,93	10,0	12,3

\*) Вместимость бесшовных стальных труб, выполненных согласно DIN 2448 (трубы ISO для стен обычной толщины), примерно на 10 % больше.

Источник: Recknagel - Sprenger - Nonmann



## Насос котельного контура КР

Насос котельного контура КР должен обеспечивать подачу минимального объемного потока, необходимого для того, чтобы при предварительно заданной разности температур между подводимой и отводимой воды происходила передача номинальной мощности котла водяной системе отопительной установки. Кроме того, при определенном объемном потоке насос котельного контура должен преодолевать сопротивление, возникающее в результате трения в трубах, а также суммарное сопротивление всех отдельных сопротивлений (например, изменения направлений циркулирующего потока в котле).

При этом решающее значение имеет расположение насоса котельного контура (в байпасе или в первичном контуре). Объемный поток насоса котельного контура можно рассчитать на основе следующего уравнения:

$$\dot{V}_{\text{КР}} = \frac{Q_{\text{К}} \cdot 3600}{\rho_{\text{W}} \cdot c_{\text{p}} \cdot \Delta t} \quad [1]$$

- $\dot{V}_{\text{КР}}$  = объемный поток насоса котельного контура (м<sup>3</sup>/ч)
- $Q_{\text{К}}$  = номинальная мощность котла (кВт)
- $\rho_{\text{W}}$  = плотность: плотность воды - примерно 1000 кг/м<sup>3</sup>
- $c_{\text{p}}$  = удельная теплоемкость: удельная теплоемкость воды - примерно 4,2 (кВтс/кгК)
- $\Delta t$  = разность между температурой подводимой и отводимой воды (К)

Если насос котельного контура встроен в байпас:  $\Delta t = 30 \dots 60 \text{ K}$   
 Если насос котельного контура встроен в первичный контур:  $\Delta t = 15 \dots 20 \text{ K}$

## Насосы котельного контура КР, встраиваемые в байпас

В байпас насосы котельного контура встраиваются в основном в котельных установках с 1 отопительным котлом. В системах с литыми отопительными котлами в первую очередь они служат для повышения температуры отводимой воды. Преимущество такого варианта размещения насоса котельного контура заключается в более низкой стоимости решения проблемы повышения температуры отводимой воды при одновременно низкой электрической мощности подмешивающего насоса. При определении параметров насоса котельного контура, размещаемого в байпасе, в качестве потери давления нужно учитывать только сопротивление отопительного котла на стороне горячей воды, а также короткие соединительные трубы до места присоединения байпаса.

Отношение объемного потока  $\dot{V}_{\text{КР}}$ , подаваемого насосом котельного контура, к объемному потоку циркуляционного насоса (циркуляционных насосов)  $\dot{V}_{\text{КР}}$  следует принимать равным 1 : 1 относительно соответствующей разности между температурой подводимой и отводимой воды  $\Delta t$ .

Гидравлические схемы - см. Приложение (стр. 37 - 41).

## Присоединение байпасного трубопровода

Чтобы добиться хорошего перемешивания различных объемных потоков, байпасный трубопровод следует присоединять на расстоянии примерно 5 x D от места подключения к отопительному котлу. Присоединение байпасного трубопровода должно выполняться в соответствии со специальными требованиями.



## Насосы котельного контура, встраиваемые в первичный контур

В многокотельных установках насосы котельного контура встраиваются в первичный контур с использованием гидравлического переключающего устройства как в подводящий, так и в отводящий трубопровод. При этом прокладывая трубы, важно учитывать, устанавливается ли для повышения температуры отводимой воды стационарное устройство управления смесителем на каждом отопительном котле или же используется только одно стационарное устройство управления смесителем для всей системы отопления.

При определении параметров насоса (насосов) котельного контура КР, встраиваемых в первичный контур, этот насос котельного контура должен преодолевать сопротивление отопительного котла со стороны горячей воды, а также потерю давления в соответствующих трубопроводах вместе с гидравлическим переключающим устройством. Для нагнетаемого этим насосом объемного потока  $\dot{V}_{\text{КР}}$  следует принимать разность температур подводимой и отводимой воды  $\Delta t = 15 \text{ K}$ .

## Циркуляционный насос УР

Объемный поток, нагнетаемый циркуляционным насосом  $\dot{V}_{\text{УР}}$ , рассчитывается по тому же уравнению, что и объемный поток, нагнетаемый насосом котельного контура  $\dot{V}_{\text{КР}}$ . Рассчитывая потерю давления, нужно проводить различие между установками с гидравлическим переключающим устройством и установками без такого устройства.

## Отопительные системы без гидравлического переключающего устройства

При определении потери давления нужно учитывать сопротивление отопительного котла со стороны горячей воды, а также в соответствующем трубопроводе вместе с суммой всех отдельных сопротивлений.

## Отопительные системы с гидравлическим переключающим устройством

Так же, как указано выше, только без учета котельного контура.

## Гидравлическое переключающее устройство

В установках большой мощности гидравлическое переключающее устройство дает следующие преимущества:

- обеспечивает соединение на стороне давления между первичным и вторичным контурами;
- упрощает определение нужных размеров насоса (насосов) котельного контура / циркуляционного насоса (циркуляционных насосов);
- универсальность применения;
- улавливание шлама.

Чтобы обеспечить бесперебойное действие гидравлического переключающего устройства, необходимо правильно задать его параметры. Его параметры будут выбраны правильно, если между первичным и вторичным контуром практически не происходит спада давления. Иными словами можно сказать, что параметры гидравлического переключающего устройства выбраны правильно, если номинальное количество воды в компенсирующем трубопроводе протекает с небольшой скоростью (до ... 0,2 м/с). Площадь поперечного сечения, через которое протекает принятый поток с указанной скоростью, или скорость потока при указанной площади поперечного сечения можно рассчитать с помощью следующего уравнения:

$$w = \frac{\dot{V}}{3600 \cdot A}$$

[2]

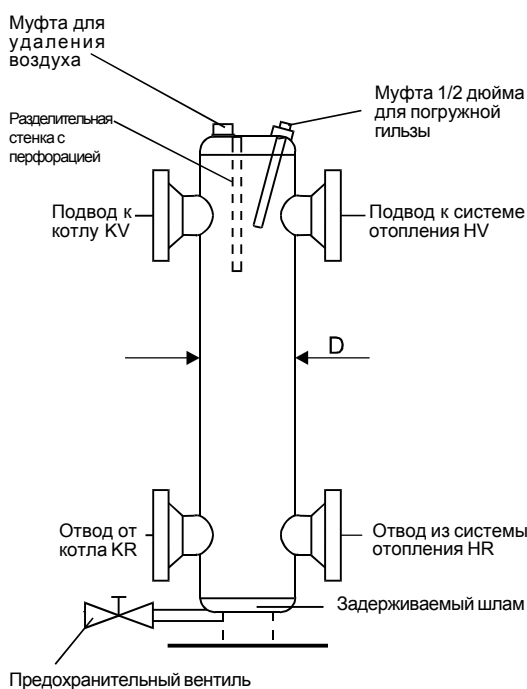
$\dot{V}$  = объемный поток, подаваемый циркуляционным насосом / насосом котельного контура (м³/ч)

w = скорость потока воды в гидравлическом переключающем устройстве (м/с)

A = площадь поперечного сечения, через которое протекает поток воды (м²)

В следующей таблице приведены параметры, необходимые заказчику для изготовления гидравлического переключающего устройства.

Объемный поток (м³/ч)	Мощность котла $\Delta t = 15 \text{ K}$ (кВт)	Примерные размеры	
		D (мм)	KV/HV KR/HR
4,0	70	100	Rp 1 S
5,2	90	110	Rp 1 S
5,7	100	120	Rp 1 S
6,8	120	130	Rp 1 S
8,6	150	150	DIN 65
10,3	180	160	DIN 65
13,0	250	180	DIN 80
17,1	300	200	DIN 100
20,0	350	220	DIN 100
22,9	400	233	DIN 100
25,1	440	243	DIN 100
28,6	500	260	DIN 100
30,3	530	270	DIN 100
34,3	600	285	DIN 125



## 1. Действующие правила

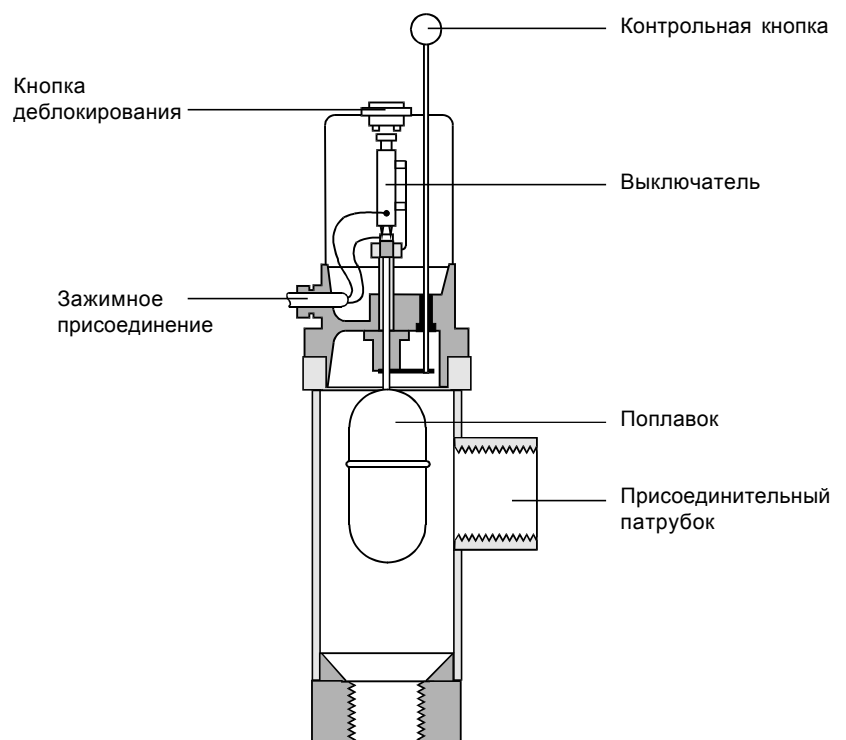
Согласно DIN 4751, часть 2 (выпуск 2/93), все отопительные установки, работающие с непосредственным использованием пламени, должны быть оборудованы защитным устройством на случай недостаточного количества воды.

В установках, имеющих мощность до 350 кВт, вместо защитного устройства на случай недостаточного количества воды можно использовать также датчик потока или устройство ограничения минимального давления. В установках, имеющих мощность свыше 350 кВт, необходимо устанавливать устройства защиты на случай недостаточного количества воды.

Вместо защитного устройства на случай недостаточного количества воды, датчика потока или устройства ограничения минимального давления в установках, имеющих мощность до 350 кВт, эту функцию может выполнять также защитный ограничитель температуры. В этом случае отопительные котлы должны иметь свидетельство об испытаниях Немецкого союза работников технического надзора TUV.

## 2. Конструкция, принцип действия

### 2.1. Конструкция



### 2.2. Принцип действия

Если уровень воды в теплогенераторе снижается (например, из-за течи), то опускается также поплавок защитного устройства на случай недостаточного количества воды. Этот поплавок посредством рычажного механизма соединен с выключателем, который отключает и блокирует топку. После устранения неисправности с помощью кнопки деблокирования отопительную установку можно запустить снова.

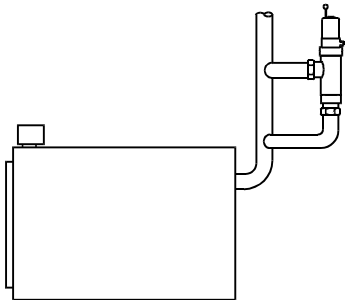
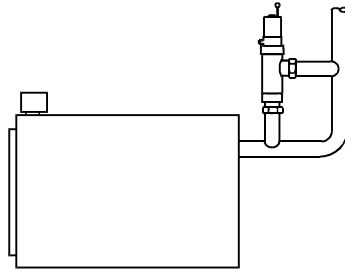
Регулярные проверки функционирования этого устройства можно проводить, не снижая уровень воды в отопительной установке. Для этого нужно нажать контрольную кнопку (контрольный стержень) до упора вниз, имитируя снижение уровня воды. Топка будет отключена и заблокирована. Подняв контрольный стержень в исходное положение, топку можно снова запустить с помощью кнопки деблокирования.

Устройства защиты на случай недостаточного количества воды должны срабатывать, когда уровень воды в системе отопления становится ниже граничного значения, которое должно быть не менее чем на 100 мм (размер Н) выше максимально нагреваемой поверхности теплогенератора. Устройство защиты на случай недостаточного количества воды предохраняет теплогенератор от накаливания и разрушения.

### 3. Примеры вариантов монтажа

Устройство защиты на случай недостаточного количества воды следует устанавливать в непосредственной близости от теплогенератора. Между теплогенератором и этим защитным устройством не должно быть никаких сужений и никакой арматуры (насосов, смесителей, запорных устройств ...).

Это защитное устройство нужно монтировать в вертикальном положении. Диаметр соединительной трубы должен быть не менее DN 32!



## 1. Действующие правила

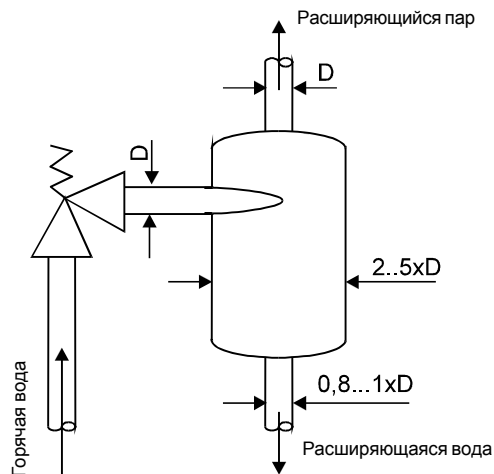
Согласно DIN 4751, часть 2 все отопительные установки, работающие с непосредственным использованием пламени и имеющие мощность свыше 350 кВт, в непосредственной близости от предохранительного вентиля должны иметь расширительный сосуд. В каждом теплогенераторе должно быть не более 3 предохранительных вентилей и, следовательно, не более 3 расширительных сосудов.

### Указание:

Если тепловая мощность отдельных теплогенераторов ниже 350 кВт, то расширительный сосуд не требуется. Не требуется он и в том случае, когда несколько теплогенераторов подсоединены к общей подводящей трубе.

## 2. Конструкция, принцип действия

### 2.1. Конструкция

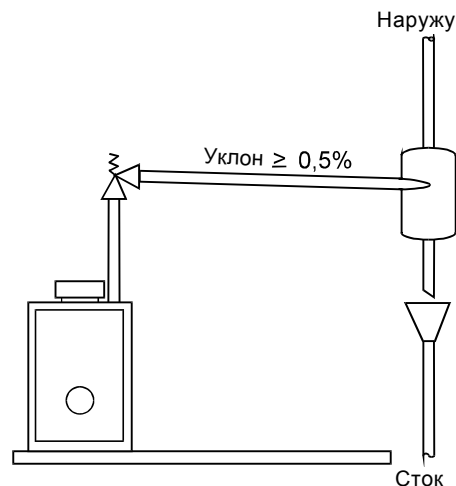


### 2.2. Принцип действия

Расширительный сосуд обеспечивает безопасное разделение воды и пара. Он присоединяется к отверстию предохранительного вентиля, через которое выходит воздух. Когда это отверстие открывается, то вода (или водяной пар), находящаяся под давлением, выходит не непосредственно наружу, а отводится в расширительный сосуд.

Благодаря увеличенному поперечному сечению расширительного сосуда происходит снижение давления. Расширившийся пар выводится наружу, в то время как снизу можно наблюдать, как вытекает вода.

## 3. Пример монтажа



Вариант монтажа расширительного сосуда согласно DIN 4751, часть 2

Показатель мощности  $N_L$ ,  
показатель расхода  $N$  для  
бытовых нужд

Выбирать водоподогреватель следует в соответствии с DIN 4708 по методу единых показателей для жилья.

### Определение:

Показатель мощности определяет, во сколько раз забираемое количество воды больше или меньше, чем для стандартного жилья, определенного в DIN 4708.

В качестве стандартного жилища, определенного на основе статистических исследований, принимается квартира, в которой проживают в среднем 3,5 человек. Она состоит из 4 помещений и оборудована одной ванной (емкостью 150 л), а также двумя точками водозабора. Время наполнения ванны составляет 10 минут. Для такого жилища теоретически требуется один бойлер, имеющий показатель мощности  $N_L = 1$ .

С помощью показателя расхода  $N$  можно рассчитать нужную величину водоподогревателя. Указываемый изготовителем водоподогревателя показатель мощности  $N_L$  должен быть больше показателя расхода  $N$  или по крайней мере равен ему.

### Вычисление

Показатель расхода

$$N = \frac{\sum (n \cdot p \cdot v \cdot W_v)}{20370}$$

- $n$  = количество идентичных квартир
- $p$  = среднее количество жильцов согласно таблице 1
- $v$  = количество одинаковых устройств забора воды
- $W_v$  = расход тепла на каждое устройство забора воды в Вт ч согласно таблице 2

**Таблица 1:** Среднее распределение квартир в Федеративной Республике Германии по сведениям Федерального статистического ведомства.

Количество комнат в квартире *	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
Среднее количество жильцов $p$	2,5	2,5	2,5	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,6

\* за исключением кухни, ванной комнаты, коридора, кладовой

**Таблица 2:** Расход тепла на каждое устройство забора воды  $W_v$  в Втч

Оснащение квартиры	Устройства водозабора, учитываемые при определении расхода воды	Количество забираемой воды за один раз (л)	Расход тепла на каждое устройство забора воды $W_v$ (в Втч)
Стандартный вариант	1 ванна 1600 согласно DIN 4471 или 1 душевая кабина со смесительной батареей / без смесительной батареей или обычный душ	140	5820
	- 1 мочный стол и 1 кухонная раковина не учитываются - если в квартире используется много санитарного оборудования, ее следует отнести к варианту повышенной комфортности		
Вариант повышенной комфортности	Ванна 1600 согласно DIN 4471	140	5 820
	Ванна 1700 согласно DIN 4471	160	6 510
	Малогобаритная ванна и ванна с уступом	120	4 890
	Крупногабаритная ванна (1800 x 750 мм)	200	8 720
	Душевая кабина со смесительной батареей и обычный душ	40	1 630
	Душевая кабина с верхним и двумя боковыми душами	75	3 020
	Дополнительный индивидуальный верхний душ	100	4 070
	Мочный стол	30	1 160
	Биде	17	700
	Раковина для мытья рук Handwaschbecken	20 9	810 350
Кухонная раковина (учитывается только по специальному запросу)			

<b>Определение показателя расхода N для выбора водоподогревателя</b>		
Проект: _____	Проект №: _____	
Количество квартир: _____	Типы квартир*: _____	Лист №: _____

Тип квартиры: _____	Оснащение: _____	
Количество идентичный квартир: _____	n = _____	
Количество помещений: _____	Количество жильцов: _____	p = _____ (Табл. 1)
Устройства забора воды: _____ _____ _____ _____ _____	Расход тепла на каждое устройство забора воды: _____	$W_v$ _____
		$W_v$ _____
		$W_v$ _____
		$W_v$ _____
		$W_v$ _____
		$W_v$ _____

Тип квартиры: _____	Оснащение: _____	
Количество идентичный квартир: _____	n = _____	
Количество помещений: _____	Количество жильцов: _____	p = _____ (Табл. 2)
Устройства забора воды: _____ _____ _____ _____ _____	Расход тепла на каждое устройство забора воды: _____	$W_v$ _____
		$W_v$ _____
		$W_v$ _____
		$W_v$ _____
		$W_v$ _____
		$W_v$ _____

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">·</td> <td style="text-align: center;">p</td> <td style="text-align: center;">·</td> <td style="text-align: center;">v</td> <td style="text-align: center;">·</td> <td style="text-align: center;"><math>W_v</math></td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>=</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>=</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>=</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>=</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>=</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>=</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>=</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>=</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>·</td> <td>_____</td> <td>=</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>(n</td> <td>·</td> <td>p</td> <td>·</td> <td>v</td> <td>·</td> <td><math>W_v</math>) ges.</td> <td>=</td> <td>_____</td> </tr> </table>	n	·	p	·	v	·	$W_v$	=	_____	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	(n	·	p	·	v	·	$W_v$ ) ges.	=	_____	$N = \frac{(n \cdot p \cdot v \cdot W_v) \text{ ges.}}{20370}$ $N = \frac{\quad}{20370} = \quad$ N <sub>L</sub> больше или равно _____ Выбрано: N <sub>L</sub> = _____
n	·	p	·	v	·	$W_v$	=	_____																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
(n	·	p	·	v	·	$W_v$ ) ges.	=	_____																																																																																												

\* Квартиры, в которых имеется одинаковое количество помещений и санитарного оборудования, могут быть отнесены к квартирам одного типа.

**Пример:**

Для дома из 6 квартир в соответствии с DIN 4708 по методу единых показателей для жилья требуется выбрать подходящий водоподогреватель.

Из этих 6 квартир 3 квартиры относятся к типу стандартных, а 3 квартиры - к типу квартир повышенной комфортности.

Определение показателя расхода $N$ для выбора водоподогревателя		
Проект: <u>многоквартирный дом</u>	Проект №: <u>XXX</u>	
Количество квартир: <u>6</u> Типы квартир*: <u>2</u>	Лист №: <u>1</u>	

Тип квартиры: <u>1</u>	Оснащение: <u>повыш. комфортность</u>
Количество идентичных квартир: _____	$n =$ <u>3</u>
Количество помещений: _____	Количество жильцов: <u><math>p = 3,9</math></u> (Табл. 1)
Устройства забора воды: <u>1 ванна</u>	Расход тепла на каждое устройство забора воды: <u><math>W_v 5820</math></u>
<u>1 моечный стол</u>	<u><math>W_v 700</math></u>
<u>1 душ (комфортный душ)</u>	<u><math>W_v 3020</math></u>
<u>1 кухонная мойка</u>	<u><math>W_v</math> не учитывается</u>
<u>1 раковина для гостей</u>	<u><math>W_v 350</math></u>
_____	<u><math>W_v</math></u>

Тип квартиры: <u>2</u>	Оснащение: <u>стандартный вариант</u>
Количество идентичных квартир: _____	$n =$ <u>3</u>
Количество помещений: <u>3</u>	Количество жильцов: <u><math>p = 2,7</math></u> (Табл. 2)
Устройства забора воды: <u>1 ванна</u>	Расход тепла на каждое устройство забора воды: <u><math>W_v 5820</math></u>
<u>1 моечный стол</u>	<u><math>W_v</math> не учитывается</u>
<u>1 кухонная мойка</u>	<u><math>W_v</math> не учитывается</u>
_____	<u><math>W_v</math></u>
_____	<u><math>W_v</math></u>
_____	<u><math>W_v</math></u>

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><math>n</math></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><math>\cdot</math></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><math>p</math></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><math>\cdot</math></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><math>v</math></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><math>\cdot</math></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><math>W_v</math></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">=</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">_____</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">3</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">3,9</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">5820</td><td style="padding: 2px;">=</td><td style="padding: 2px;">68094</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">3,9</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">700</td><td style="padding: 2px;">=</td><td style="padding: 2px;">8190</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">3,9</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">3020</td><td style="padding: 2px;">=</td><td style="padding: 2px;">35334</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">3,9</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">350</td><td style="padding: 2px;">=</td><td style="padding: 2px;">4095</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">2,7</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">1</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">5820</td><td style="padding: 2px;">=</td><td style="padding: 2px;">47142</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">=</td><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">=</td><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">=</td><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">_____</td><td style="padding: 2px;">=</td><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(n</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">p</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;">v</td><td style="padding: 2px;">·</td><td style="padding: 2px;"><math>W_v</math>) ges.</td><td style="padding: 2px;">=</td><td style="padding: 2px;">162855</td></tr> </tbody> </table>	$n$	$\cdot$	$p$	$\cdot$	$v$	$\cdot$	$W_v$	=	_____	3	·	3,9	·	1	·	5820	=	68094	3	·	3,9	·	1	·	700	=	8190	3	·	3,9	·	1	·	3020	=	35334	3	·	3,9	·	1	·	350	=	4095	3	·	2,7	·	1	·	5820	=	47142	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____	(n	·	p	·	v	·	$W_v$ ) ges.	=	162855	$N = \frac{(n \cdot p \cdot v \cdot W_v) \text{ ges.}}{20370}$ $N = \frac{162855}{20370} = 7,99$ $N_L \text{ больше или равно } \underline{7,99}$  Выбрано: $N_L = \underline{8}$
$n$	$\cdot$	$p$	$\cdot$	$v$	$\cdot$	$W_v$	=	_____																																																																																												
3	·	3,9	·	1	·	5820	=	68094																																																																																												
3	·	3,9	·	1	·	700	=	8190																																																																																												
3	·	3,9	·	1	·	3020	=	35334																																																																																												
3	·	3,9	·	1	·	350	=	4095																																																																																												
3	·	2,7	·	1	·	5820	=	47142																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
_____	·	_____	·	_____	·	_____	=	_____																																																																																												
(n	·	p	·	v	·	$W_v$ ) ges.	=	162855																																																																																												

\* Квартиры, в которых имеется одинаковое количество помещений и санитарного оборудования, могут быть отнесены к квартирам одного типа.



## Длительная мощность бойлера

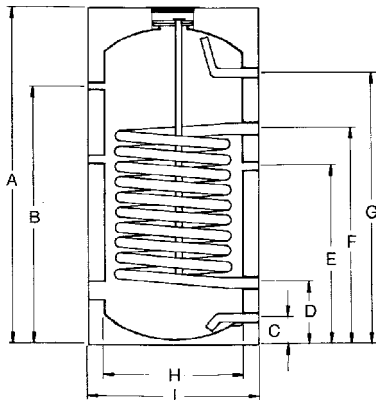
Длительная мощность бойлера показывает, сколько литров воды в час может быть выдано при постоянном количестве воды и при разности температур  $\Delta t = 35$  К в режиме приоритетного включения бойлера.

Длительная мощность бойлера указывается в зависимости от следующих параметров:

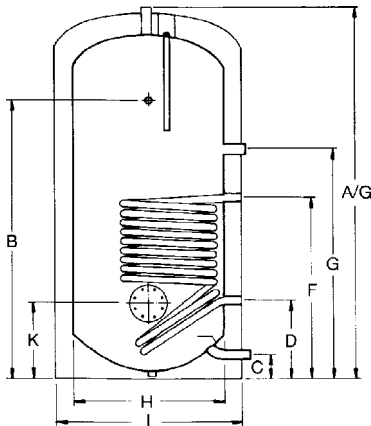
Температура технической воды на входе - 10 °С      Температура воды, подводимой к системе отопления - 80 °С  
Температура технической воды на выходе - 45 °С      Температура воды, отводимой из системы отопления - 60 °С

## Технические характеристики вертикальных бойлеров

### с SE-1-150 по -400

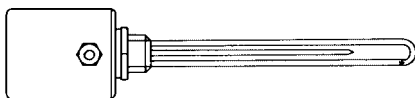


### SE-1-500/-750



Тип вертикального бойлера		SE-1-150	SE-1-200	SE-1-300	SE-1-400	SE-1-500	SE-1-750
Вместимость бойлера	литр	150	200	300	400	500	700
Показатель мощности	$N_{L60}$	2	3,2	6,2	12	20	38
Длительная мощность бойлера при	80/60-10/45 °С	20-490	37,5-920	50-1230	75-1850	58-1430	94-2320
	70/50-10/45 °С	13-320	26-640	34-840	47-1160	38-940	71-1750
	60/50-10/45 °С	11-270	20-490	27-670	38-940	27-670	56-1380
	55/50-10/45 °С	10-250	17-420	21-520	32-790	25-620	48-1185
Макс. высота бойлера	A мм	1085	1380	1420	1800	1850	1870
Термометр	B мм	750	975	980	1150	1158	1495
Подключены холодной воды	C мм	110	110	114	114	85	360
Отвод сетевой воды	D мм	281	281	297	297	370	605
Циркуляция	E мм	485	715	750	1005	1185	1075
Подвод сетевой воды	F мм	610	823	910	1114	975	1467
Забор горячей воды	G мм	710	990	1000	1372	1850	1835
Диаметр бойлера	H мм	500	500	600	600	650	800
Диаметр кожуха	I мм	600	600	700	700	750	1000
Фланец	K мм	-	-	-	-	370	440
Термометр (внутр. резьба)	Rp	S	S	S	S	S	S
Регулятор (внутр. резьба)	Rp	S	S	S	S	S	S
Электронагрев (внутр. резьба)	Rp	2	2	2	2	2	1 S
Внутр. диаметр фланца	мм	-	-	-	-	175	210
Подача холодной воды (внутр. резьба)	Rp	1	1	1	1	1	1 S
Отвод сетевой воды (внутр. резьба)	Rp	1 j	1 j	1 j	1 j	1	1 j
Подвод сетевой воды (внутр. резьба)	Rp	1 j	1 j	1 j	1 j	1	1 j
Циркуляция (внутр. резьба)	Rp	s	s	s	s	1	1 S
Забор горячей воды (внутр. резьба)	Rp	1	1	1	1	1	1 S
Поверхность нагрева	м <sup>2</sup>	0,9	1,5	1,9	2,3	2,0	3,4
Сопротивление сетевой воды 80/60-10/45 °С	мбар	4,8	22	48	145	82	97
Вес	кг	106	133	169	207	225	340

## Дополнительный электронагрев



К вертикальному бойлеру SE-1 предлагаются устройства дополнительного электронагрева мощностью 2 кВт на 230 В, или соответственно, мощностью 4,5 или 6 кВт на 3 x 400 В.

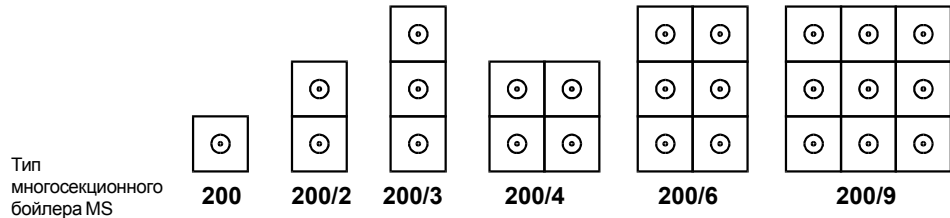
Этот нагревательный элемент выполнен из инколя с эффектом самоочистки и со встроенным защитным ограничителем температуры.

Для нагревательных элементов мощностью 2 кВт дополнительно встраивается термостат бойлера, регулируемый в диапазоне 10-60 °С.

## Применение

Многосекционные бойлеры MS используются преимущественно в тех случаях, когда из-за недостатка площади нет возможности установить большой вертикальный бойлер или когда такой бойлер трудно внести в нужное помещение.

## Программа поставок



## Исполнение

Из высоколегированной стали, заводской номер 1.4571, с теплоизоляцией из минерального волокна. Рама и облицовка: ST-37.

## Технические характеристики

Тип	MS	200	200/2	200/3	200/4	200/6	200/9
Емкость бойлера	литры	200	400	600	800	1200	1800
Длительная мощность бойлера при	90/70°C	л/ч* 2015	4030	6045	8060	12090	18135
		кВт* 80,6	161	242	322	484	725
80/60°C	л/ч* 1250	2500	3750	5000	7500	11250	
	кВт* 50	100	150	200	300	450	
70/50°C	л/ч* 730	1460	2190	2920	4380	6570	
	кВт* 29	58	87	116	174	261	
55/50°C	л/ч* 490	980	1470	1960	2940	4410	
	кВт* 19,6	39	59	78	118	176	
Показатель мощности	N <sub>L60</sub>	5	15	32	50	90	190
Расход сетевой воды при 80/60°C	м <sup>3</sup> /ч	2,15	4,3	6,45	8,6	13	19,3
Сопротивление сетевой воды	мбар	100	100	100	100	100	100
Габариты (с облицовкой)	длина	мм 1240	1240	1240	1240	1240	1240
	ширина	мм 620	620	620	1190	1190	1760
	высота	мм 625	1235	1845	1235	1845	1845
Подключения	горячая вода (наружн.) холодная вода (наружн.) циркуляция (наружн.) подвод сетевой воды(наружн.) отвод сетевой воды(наружн.)	R s"	R s"	R s"	R s"	R s"	R s"
Вес	кг	83	160	245	320	480	725
Макс. рабочая температура	техническая вода °C	95	95	95	95	95	95
	Heizwasser °C	110	110	110	110	110	110
max. Betriebsdruck	Brauchwasser бар	10	10	10	10	10	10
	сетевая вода бар	10	10	10	10	10	10

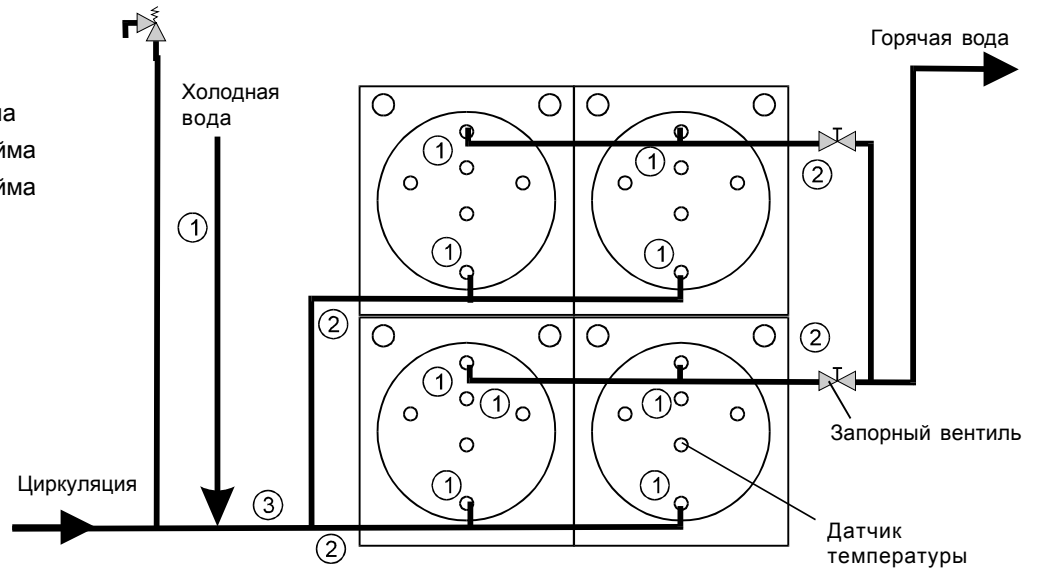
\* При 10/45 °C - холодная / горячая вода

## Соединительные трубы

Для того чтобы при использовании многосекционного бойлера MS забор воды и удаление воздуха производились параллельно из всех секций одновременно, соединительные трубы следует прокладывать по способу Тихельмана (см. примеры вариантов монтажа).

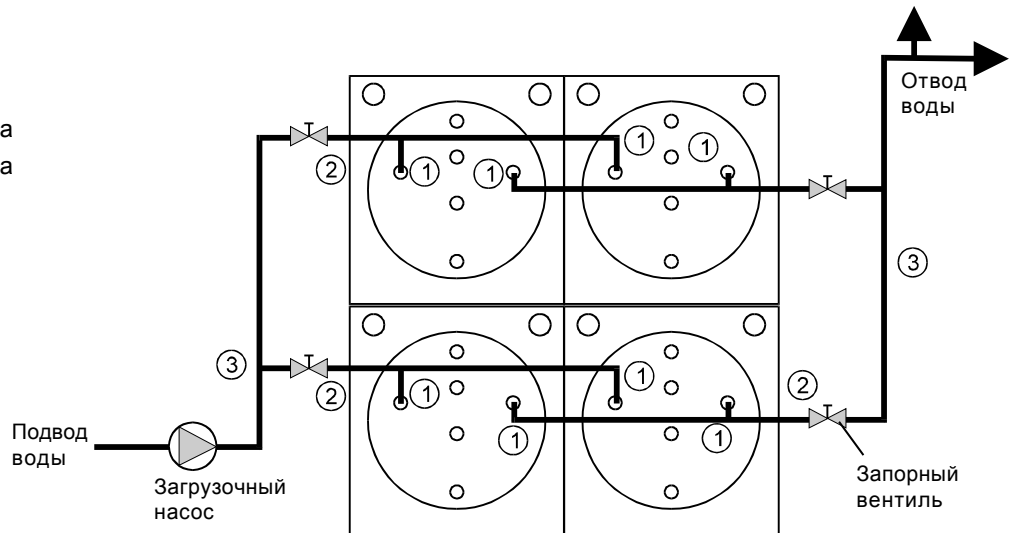
## Схема прокладки соединительных труб MS 200/4

- ① Наружная резьба 3/4 дюйма
- ② Наружная резьба 1 1/4 дюйма
- ③ Наружная резьба 1 1/4 дюйма



**ВНИМАНИЕ:** Между предохранительным вентилем и присоединением холодной воды на бойлере не должно быть никаких запорных устройств.

- ① Наружная резьба 3/4 дюйма
- ② Наружная резьба 1 1/4 дюйма
- ③ Наружная резьба 1 1/4 дюйма



### Указание:

В комплект поставки многосекционного бойлера MS в качестве инструкции по монтажу всегда включается соответствующая схема прокладки соединительных труб.

## 1. Общие требования к топочным установкам, работающим на нефтепродуктах и газе

Согласно Распоряжения о защите от выбросов (BlmschV) к топочным установкам, работающим на нефтепродуктах и газе, предъявляются следующие требования:

В работающих на нефтепродуктах и газе топочных установках, которые были сооружены или в которых в связи с заменой котла были произведены изменения после того, как вступило в силу данное распоряжение, должны быть предусмотрены технические меры, обеспечивающие ограничение выбросов окислов азота в пределах, соответствующих современному уровню техники.

В частности, для установок, работающих на нефтепродуктах, действуют следующие правила:

- Степень почернения фильтровальной бумаги из-за пылеобразных выбросов в отходящем газе не должна превышать показатель содержания сажи 1 (по шкале сравнения показателей содержания сажи Рингельмана).
- Отходящие газы не должны содержать дериватов нефти (не должно быть желтого окрашивания фильтровальной бумаги).
- Обязательно соблюдать граничные значения потери отходящих газов (см. таблицу на стр. 28)!

В то время как пункты а) и б) можно проконтролировать визуально, пункт в) определяется путем вычислений, причем этому шагу должно предшествовать измерение либо содержания кислорода ( $O_2$ ) либо содержания двуокиси углерода ( $CO_2$ ) в отходящем газе. Температура отходящего газа должна фиксироваться в тот же момент, когда проводятся эти измерения. Только таким образом можно правильно определить потерю отходящих газов.

Согласно Распоряжения о защите от выбросов (BlmschV), потеря отходящих газов рассчитывается по следующей формуле:

- при измерении содержания двуокиси углерода ( $CO_2$ ) в отходящем газе:

$$q_A = (t_A - t_L) \cdot \left( \frac{A_1}{CO_2} + B \right) \quad [1]$$

- содержания кислорода ( $O_2$ ) в отходящем газе:

$$q_A = (t_A - t_L) \cdot \left( \frac{A_1}{21 - O_2} + B \right) \quad [2]$$

Обозначения:

$q_A$  = потеря отходящих газов в %

$t_A$  = температура отходящих газов в °C

$t_L$  = температура воздуха, необходимого для поддержания процесса горения в °C

$CO_2$  = объемное содержание двуокиси углерода в сухих отходящих газах в %

$O_2$  = объемное содержание кислорода в сухих отходящих газах в %

В зависимости от вида топлива для значений  $A_1$ ,  $A_2$  и  $B$  действительна следующая таблица:

Топливо Константы	Мазут	Природный газ	Сжиженный газ и смеси сжиженного газа и воздуха
$A_1$	0,5	0,37	0,42
$A_2$	0,68	0,66	0,63
$B$	0,007	0,009	0,008

Таблица 1: Константы для расчета потерь отходящих газов в зависимости от вида топлива

Измерения отходящих газов следует проводить на расстоянии  $2 \times d$  ( $d$  = диаметр дымовой трубы) - для вертикальной дымовой трубы и на расстоянии  $3 \times d$  - для горизонтальной дымовой трубы.

Предварительно необходимо проверить правильность работы измерительных приборов.

Для топочных установок, работающих на нефтепродуктах, с распылительными горелками и для топочных установок, работающих на газе, с газодутьевыми горелками измерения нужно начинать не ранее, чем через две минуты после включения горелки. Температура котла должна быть не ниже 60 °C.

Почти с такой же точностью можно рассчитать потерю отходящих газов с помощью обычной формулы Зигерта. При этом для мазута принимается постоянный коэффициент, равный 0,59, для природного газа - 0,46, для сжиженного газа - 0,50.

Потеря отходящих газов по формуле Зигерта:

$$q_A = \frac{t_A - t_L}{CO_2 \%} \cdot 0,59 \quad [3]$$

**Пример:**

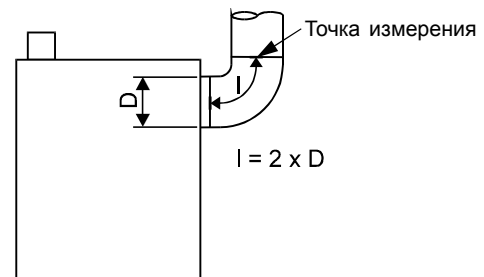
Температура отходящих газов 200 °C  
Температура воздуха в помещении 20 °C  
Содержание CO<sub>2</sub> в отходящих газах 13 %  
0,59 - пост. коэффициент для мазута EL

$$q_A = \frac{200 - 20}{13 \%} \cdot 0,59$$

$$q_A = 8,17 \%$$

Коэффициент полезного действия топочной установки  $\eta_F = 100 \% - 8,17 \% = 91,83 \%$

Рис. 1:  
Точка измерения  
дымовых газов



Описываемый ниже порядок действий относится к топочным установкам с дутьевыми горелками для нефтепродуктов. На его основе будет пояснена логика указанной выше последовательности различных измерений.

Прежде чем начать измерения, нужно запустить котел. Обязательным условием для этого является правильное подключение горелок к устройству подачи топлива и оснащение их соответствующей форсункой согласно инструкции изготовителя. Регулировка (напор насосов, давление воздуха) осуществляется также в соответствии с инструкцией изготовителя.

## 2.1. Измерение тяги на входе дымовой трубы и в камере сгорания

В топочных установках с естественной тягой тяга в дымовой трубе является решающим условием для оптимального процесса горения. Путем измерения соотношения давления в дымовой трубе можно установить, имеется ли необходимый для теплогенератора напор, предусмотренный изготовителем.

Если после этого измерить понижение давления в камере сгорания через специально предусмотренное для этой цели отверстие, либо через изолированное смотровое отверстие в дверце котла, то можно определить перепад давления или, иначе говоря, сопротивление дымовых газов котла.

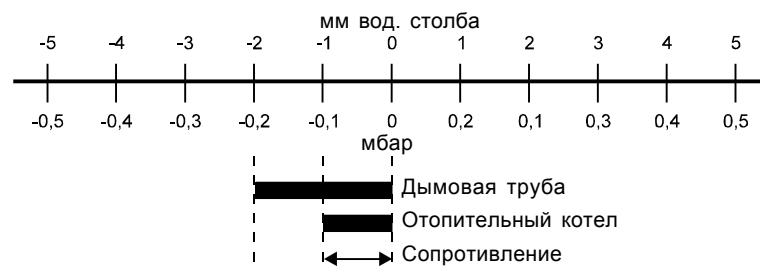


Рис. 2: Сопротивление со стороны дымовых газов (0,1 мбар = 1 мм вод. столба)

## 2. Какие измерения проводятся в практике на топочной установке, работающей на нефтепродуктах?

Чтобы обеспечить бесперебойную работу системы отопления, необходимо проводить следующие измерения:

1. Измерить тягу в дымовой трубе и/или давление в камере сгорания (понижение/повышение давления). При этом горелка должна быть включена, а котел разогрет до рабочего режима.
2. Провести тест содержания сажи.
3. Содержание  $\text{CO}_2$  или  $\text{O}_2$
4. Температуру отходящих газов
5. Измерить температуру всасываемого воздуха для поддержания процесса горения.

} измерить одновременно или непосредственно друг за другом в одной и той же точке.

Все измерения, проводимые на стороне дымовых газов, как, например, измерение содержания  $\text{CO}_2$ , содержания сажи, тяги в дымовой трубе проводятся у измерительного отверстия в дымовой трубе, которое должно находиться на расстоянии, равном примерно двум диаметрам трубы за патрубком для отвода отходящих газов ( $2 \times d$ ). Измерение нужно проводить в центре массового потока отходящих газов, то есть там, где их температура является максимальной.

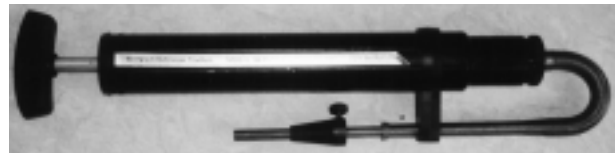
### 2.2. Определение показателя содержания сажи

Для этой цели необходимо подготовить соответствующие измерительные инструменты, предлагаемые специализированными торговыми предприятиями. Чаще всего используется сажевый насос.

Метод определения показателя содержания сажи в отходящих газах заключается в том, что с помощью этого насоса определенное количество (1,65 л) дымового газа прокачивается через фильтровальную бумагу (прокачать 10 раз). Сажка осажается на фильтровальной бумаге и в большей или меньшей степени окрашивает ее. Степень почернения фильтровальной бумаги из-за следа сажи определяется по сравнительной шкале (по методу Рингельмана). Чтобы результаты измерений не были искажены из-за попадания постороннего воздуха, дымовая труба перед измерительным отверстием, а также дверцы котла и смотровое отверстие должны быть герметично закрыты.

В новых установках по возможности следует стремиться к тому, чтобы показатель содержания сажи был равен 0. Согласно Распоряжению о защите от выбросов (BlmschV) для топочных установок, работающих на нефтепродуктах, максимально допустимая степень почернения фильтровальной бумаги, определяемая по шкале Рингельмана, соответствует отметке 1 в сером диапазоне.

Рис. 3:  
Сажевый насос для определения показателя содержания сажи в отходящих газах



Причина, почему необходимо стремиться к тому, чтобы показатель содержания сажи был как можно меньше, заключается в теплоизолирующем действии сажи и опасности загрязнения окружающей среды. Например, слой сажи толщиной 1 мм обуславливает возрастание температуры отходящих газов на 58 °С. Это означает, что через поверхности нагрева, покрытые сажой, энергия дымовых газов хуже передается в воду в отопительном контуре и теряется, уходя на повышение температуры отходящих газов.

Рис. 4:  
Возрастание температуры отходящих газов в зависимости от толщины слоя сажи



### 2.3. Измерение содержания CO<sub>2</sub>

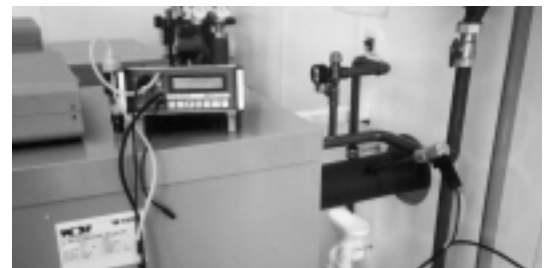
Особое внимание следует уделять измерению содержания CO<sub>2</sub>. Когда этот показатель относительно низкий, он существенно влияет на температуру отходящих газов. Если расход топлива отрегулирован правильно, но доля воздуха слишком большая, то в котле происходит нагрев избыточно подводимого воздуха, тепло которого не удается использовать полностью. Оно оказывает неблагоприятное воздействие на температуру отходящих газов и повышает сопротивление котла по тракту дымового газа. В результате измерения содержания CO<sub>2</sub> косвенным путем можно установить, оптимально ли отрегулирована подача воздуха в системе отопления. Для определения содержания CO<sub>2</sub> на практике чаще всего применяется так называемый „шейкер“. В этом устройстве в качестве адсорбента находится раствор едкого кали (KOH). Некоторое количество отходящих газов с помощью ручного насоса (примерно 18-22 прокачек) пропускается через этот адсорбент, благодаря которому можно определить содержания CO<sub>2</sub> по уменьшению объема отходящих газов. Результат измерения можно считать на соответствующей шкале. На практике это должно быть значение порядка 12,5 % (при показателе содержания сажи 0).

При слишком низком содержании CO<sub>2</sub> в отходящих газах нужно обязательно провести контрольное измерение в топочной камере. Если здесь будет обнаружено слишком высокое содержание CO<sub>2</sub>, то однозначно следует, что между камерой сгорания и точкой измерения отходящих газов попадает посторонний воздух, который необходимо устранить. Проводя измерение содержания CO<sub>2</sub>, нужно также следить, чтобы было закрыто смотровое отверстие на дверце котла (через него может поступать посторонний воздух).

### 2.4. Измерение температуры отходящих газов

Одновременно с измерением содержания CO<sub>2</sub> нужно проводить измерение температуры отходящих газов. В большинстве случаев для это требуется соответствующий цифровой измерительный инструмент. Если такого измерительного инструмента нет, то оба измерительных процесса нужно проводить сразу же друг за другом.

Рис. 5:  
Измерение температуры отходящих газов



Температуру отходящих газов требуется измерять для того, чтобы, с одной стороны, рассчитать потерю отходящих газов (см. пункт 1 раздела „Общие требования“), а с другой стороны, оценить рабочее состояние установки в целом. Чтобы избежать погрешностей в измерениях, при измерении температуры отходящих газов нужно следить за тем, чтобы конец датчик термометра не соприкасался со стенками дымовой трубы.

В зависимости от типа конструкции дымовой трубы температура отходящих газов должна быть установлена путем регулировки горелок таким образом, чтобы не возникало никаких повреждений.

Кроме того, для дымовых труб чувствительных к воздействию влаги рекомендуется встраивать комбинированное устройство для вторичного воздуха.

Для дымовых труб нечувствительных к воздействию влаги минимальная допустимая температура отходящих газов на входе дымовой трубы согласно DIN 4702 составляет 160 °С для топок, работающих на нефтепродуктах, и 80°С для топок, работающих на газе. Если температура отходящих газов ниже, то нужно использовать дымовую трубу нечувствительную к воздействию влаги, а в определенных случаях также устойчивую к воздействию кислот!

## 2.5. Измерение температуры воздуха, всасываемого для поддержания процесса горения

Температуру воздуха для поддержания процесса горения нужно измерять непосредственно у отверстия горелки, где производится его всасывание. Измерение должно производиться очень точно, так как это значение учитывается при подсчете потерь отходящих газов в качестве фактора влияния. Указываемая приблизительно температура воздуха в помещении может привести к ошибочным результатам.

Рис. 6:  
Измерение температуры воздуха для поддержания процесса горения у отверстия горелки



## 3. Какие измерения проводятся на практике на газовом котле с горелкой, работающей при атмосферном давлении?

По поводу измерений, проводимых на газовом котле, работающем при атмосферном давлении, необходимо заметить, что при этом используется принцип сжигания топлива при атмосферном давлении с избытком воздуха примерно 40-60 %. Это означает, что отрегулировать подачу воздуха так, как, например, для газодутьевых горелок, не удастся. Поэтому показатели эмиссии в гораздо большей степени будут зависеть от конструкции устройства, установленной мощности, тяги в дымовой трубе и используемого типа газа.



На практике производятся измерения следующих величин:

1. тяга в дымовой трубе
2. содержание  $\text{CO}_2$
3. содержание  $\text{CO}$
4. температура отходящих газов
5. температура всасываемого воздуха

Предварительным условием для проведения указанных выше измерений является правильный запуск котла в соответствии с действующими предписаниями и указаниями изготовителя.

### 3.1. Измерение тяги в дымовой трубе

Для получения оптимальных показателей процесса горения тяга в дымовой трубе при использовании специальных газовых отопительных котлов, работающих при атмосферном давлении, имеет еще большее значение, чем в случае газодутьевых горелок. При использовании специальных газовых отопительных котлов, выпускаемых фирмой „Вольф“, требуется тяга, равная 0,05-0,1 мбар. Это измерение, а также все прочие измерения, проводимые по тракту отходящих газов, выполняются у измерительного отверстия в дымовой трубе, которое должно находиться на расстоянии, равном примерно двум диаметрам ( $2 \times d$ ) трубы за патрубком для присоединения дымовой трубы к устройству защиты потока.

### 3.2. Измерение содержания $\text{CO}_2$ в отходящих газах

Измерение содержания  $\text{CO}_2$  в отходящих газах производится по тому же принципу, который описан в пункте 2.3. Однако в этом случае нужно учитывать, чтобы „шейкер“ при этом имеет другую градуировку, так как отходящий газ, проходя через устройство защиты потока, разбавляется воздухом из окружающей среды. В зависимости от размеров устройства и установленной мощности в результате содержание  $\text{CO}_2$  в отходящих газах должно быть равным 3-6 % (измерение проводить после устройства защиты потока).

### 3.3. Измерение температуры отходящих газов

Температура отходящих газов измеряется таким же образом, как описано в пункте 2.4. Результаты измерений значительно ниже, чем в закрытой камере сгорания, так как отходящий газ, проходя через устройство защиты потока, смешивается с воздухом из окружающей среды и поэтому его температура существенно понижается. Измеряемые величины колеблются в диапазоне от 70 °C до 120 °C.

*Примечание:*

*Если температура отходящих газов ниже 80 °C, то требуется дымовая труба, нечувствительная к воздействию влаги.*

### 3.4. Измерение температуры воздуха для поддержания процесса горения

Температура воздуха для поддержания процесса горения вместе с температурой отходящих газов учитывается при вычислении потери отходящих газов. В основе расчетов лежат те же формулы, которые приведены в пункте 1.

Чтобы избежать ошибок при подсчете потерь отходящих газов, измерение следует проводить непосредственно перед распределительной трубой для горелок.

### 3.5. Измерение содержания $\text{CO}$

В ФРГ не существует никаких предписаний касательно измерения содержания  $\text{CO}$  при сжигании природного или сжиженного газа. Тем не менее в Распоряжении об удалении отходов и контроле за их удалением (сокращенно KUO) в качестве допустимой предельной величины указана максимальная концентрация  $\text{CO}$  равная 1000 ppm (частей на миллион).

Измерение концентрации  $\text{CO}$ , как правило, производится с помощью цифровых измерительных приборов, которые в настоящее время находят все большее распространение. Начиная с концентрации  $\text{CO}$ , равной 500 ppm, большинство служб контроля за состоянием дымовых труб рекомендуют проводить техническое обслуживание, привлекая для этой цели специалиста, имеющего специальный допуск.

## 4. Вывод

Стремясь к экономичной эксплуатации систем отопления, а также учитывая все увеличивающуюся нагрузку на окружающую среду из-за выбросов вредных веществ, необходимо строго придерживаться описанных выше контрольно-измерительных процедур, чтобы с помощью измерительных приборов оптимальным образом охватить действительные показатели, характеризующие процесс горения.

## 1. Расчет систем дымовых труб

Согласно DIN 4705 „Расчет систем дымовых труб“ и, соответственно, DIN 18160 „Дымовые трубы зданий, требования, проектирование, исполнение“ системы дымовых труб нужно рассчитывать в зависимости от условий эксплуатации теплогенератора. В качестве результата получается:

- эффективная высота дымовой трубы
- поперечное сечение дымовой трубы в свету.

Эти величины зависят от следующих характеристик теплогенератора:

- номинальная тепловая нагрузка и, следовательно, массовый поток отходящих газов
- температура отходящих газов у входа дымовой трубы
- тип топлива (древесина, уголь, мазут, природный газ и т.д.)
- содержание CO<sub>2</sub> в отходящих газах.

Условия эксплуатации отопительного котла, а также высота дымовой трубы, ее теплоизоляция и диаметр являются величинами, взаимно влияющими друг на друга.

Из этого однозначно следует:

**Отопительный котел и дымовая труба составляют единое целое!**

## 2. За счет чего изменяются условия эксплуатации отопительной системы?

При модернизации старых систем отопления, как правило, обновляются / заново встраиваются горелки, отопительный котел, расширительный сосуд и циркуляционный насос системы отопления.

Зачастую в ходе модернизации в здании делают дополнительную теплоизоляцию. В итоге расход тепла здания становится существенно ниже, чем до модернизации. Отопительный котел должен соответствовать этим новым условиям.

Если дымовую трубу оставить в прежнем состоянии, то условия эксплуатации нового отопительного котла больше уже не будут гармонировать со старой дымовой трубой!

Чтобы дело не дошло до крайности и не произошло разрушения дымовой трубы (намокание / воздействие паров при кипении), необходимо выполнять следующие мероприятия.

## 3. Регулятор тяги

В связи с тем, что дымовая труба была приспособлена к прежней системе отопления, тяга в дымовой трубе, как правило, слишком сильная для нового современного отопительного котла. Для того чтобы добиться оптимального сжигания топлива и, следовательно, максимального коэффициента полезного действия топочной установки, нужно тягу в дымовой трубе отрегулировать в соответствии с параметрами нового отопительного котла.

Проще всего это можно реализовать при помощи регулятора тяги.



Рис.1: Регулятор тяги

Регулятор тяги препятствует превышению определенного понижения давления (тяги) между дымовой трубой и помещением, где установлен отопительный котел. Через регулирующий клапан регулятора тяги воздух из окружающей среды в открытом состоянии (добавочный воздух) устремляется в дымовую трубу. В результате при работе отопительного котла понижается температура дымовых газов в дымовой трубе и, следовательно, сокращается термическая подъемная сила.

Клапан открывается автоматически за счет тяги в дымовой трубе при определенной, отрегулированной с помощью регулировочного груза разности давления между дымовой трубой и помещением, где установлен отопительный котел.

Из соображений безопасности регуляторы тяги имеют такую конструкцию (требование DIN 4795 „Устройство для добавочного воздуха для дымовых труб зданий“), которая обеспечивает, что разность давления между дымовой трубой и помещением, где установлен отопительный котел ( $D p = 10 \text{ Па}$ , что соответствует 0,1 мбар), не будет ниже определенной величины. Тем самым обеспечивается то, что регулятор тяги не будет отрицательно сказываться на безопасности работы дымовой трубы.

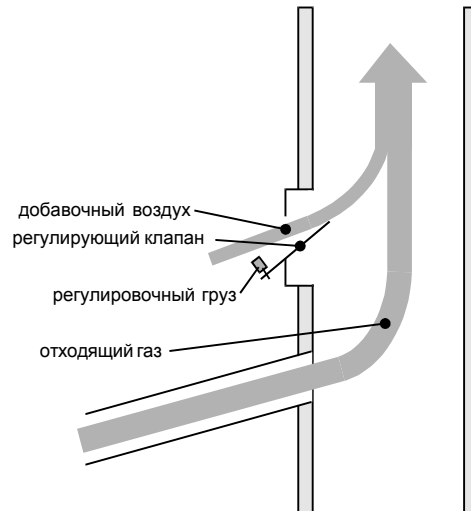


Рис.2: Принципиальная схема регулятора тяги

Регулятор тяги, который фирма „Вольф“ предлагает в составе своего оборудования, можно вмонтировать либо в дымовую трубу, либо трубу для отвода отходящих газов.

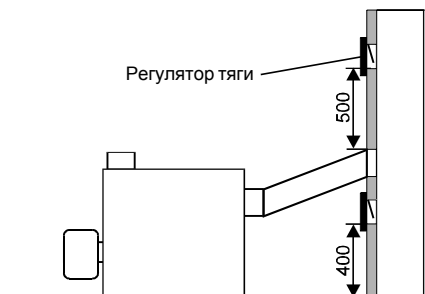


Рис. 3: Монтаж регулятора тяги в дымовой трубе

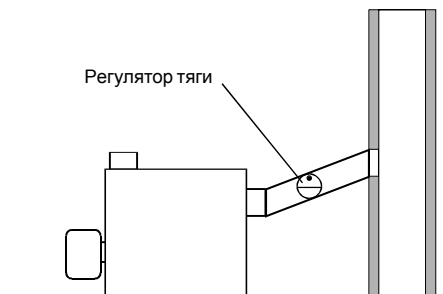


Рис. 4: Монтаж регулятора тяги в трубе для отвода отходящих газов

Регулятор тяги регулирует тягу в дымовой трубе в соответствии с добавочным воздухом, забираемым из помещения, где установлен отопительный котел. Кроме того, в то время, когда горелки находятся в режиме простоя, он способствует обдушке дымовой трубы. Благодаря этому во многих случаях старые дымовые трубы можно эксплуатировать с новыми современными низкотемпературными отопительными котлами, не производя санации этих труб.

В любом случае, чтобы убедиться, что благодаря регулятору тяги отпадает необходимость в санировании дымовой трубы, после того, как произведена установка нового отопительного котла, состояние дымовой трубы необходимо контролировать через регулярные промежутки времени.

#### Указание:

В результате дополнительного встраивания регулятора тяги происходит изменение в системе отвода отходящих газов. Согласно установленным правилам, местный орган, контролирующий состояние дымовых труб, необходимо ставить в известность о любых изменениях в системе отвода отходящих газов.

На переоборудование старых систем отопления требуется получение разрешение от соответствующих официальных органов. В различных федеральных землях для них действуют различные нормы и правила.

## 4. Комбинированное устройство для добавочного воздуха

Комбинированное устройство для добавочного воздуха по своей принципиальной конструкции является регулятором тяги с дополнительным сервоприводом, который полностью открывает регулирующий клапан в то время, когда горелки находятся в режиме простоя. В результате дымовая труба дольше вентилируется и лучше просушивается.

Рис. 5:  
Комбинированное устройство для добавочного воздуха



Таким образом, даже когда дымовая труба холодная, обеспечивается ее вентилирование и, следовательно, удаление влаги.

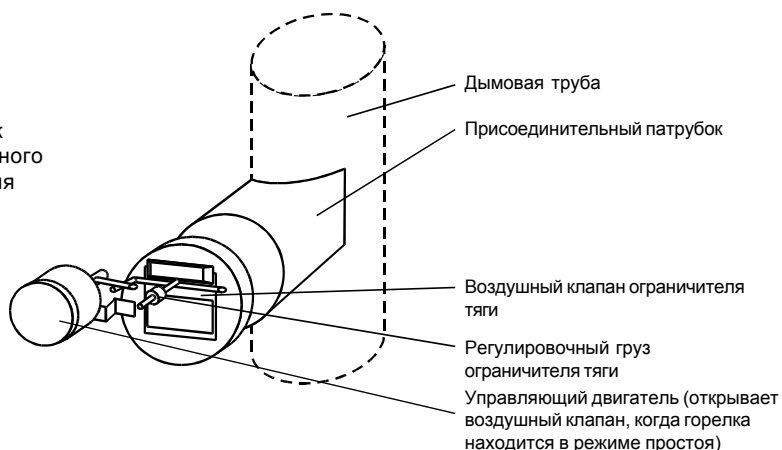
Концевой выключатель сервопривода предназначен для того, чтобы горелка снова включалась в режим работы, лишь когда комбинированное устройство для добавочного воздуха переключилось обратно на автоматическую функцию.

### Какие преимущества дает комбинированное устройство для добавочного воздуха?

Более широкое действие комбинированного устройства для добавочного воздуха по сравнению с регулятором тяги проявляется в особенности в те дни отопительного сезона, когда на улице устанавливается более высокая температура. В это время, чтобы покрыть потребность жилья в тепле, достаточным оказывается более короткое время работы горелки. Дымовая труба не прогревается в достаточной степени и возникает повышенная опасность конденсации отходящих газов. Именно в этих обстоятельства в большинстве случаев не хватает простого регулятора тяги. Тяга в дымовой трубе не достигает величины, установленной для автоматического открытия регулировочного клапана или же он открывается на недостаточно длительный промежуток времени. Дополнительный отвод влаги в то время, когда горелка находится в режиме простоя, - это решающее преимущество комбинированного устройства для добавочного воздуха.

Комбинированное устройство для добавочного воздуха фирмы „Вольф“ предназначено для встраивания **только** в дымовую трубу.

Рис. 6: Монтаж комбинированного устройства для добавочного воздуха



### Указание:

В результате дополнительного встраивания комбинированного устройства для добавочного воздуха происходит изменение в системе отвода отходящих газов. Согласно установленным правилам, местный орган, контролирующий состояние дымовых труб, необходимо ставить в известность о любых изменениях в системе отвода отходящих газов.

Комбинированные устройства для добавочного воздуха **не допускается** использовать для топок, работающих на твердом топливе!

Благодаря встраиванию регулятора тяги или комбинированного устройства для добавочного воздуха во многих случаях можно обойтись без дорогостоящего санирования дымовой трубы.

Однако вопрос о том, обеспечивает ли регулятор тяги или комбинированное устройство для добавочного воздуха бесперебойную работу системы (котла, горелок, дымовой трубы), нужно решать на месте. По этой причине прежде, чем начинать монтаж этих устройств, необходимо обратиться в местный орган, контролирующий состояние дымовых труб.

