SCHIEDEL

*Качество для Вашей жизни*






# ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДЫМОХОДНОЙ ТЕХНИКИ

www.schiedel.ru

MONIER

# Основные положения дымоходной техники

## Содержание


| Содержание | Страница |
|---|---|
| Развитие | 1 |
| Защита от огня | 4 |
| Соотношение потоков и давлений | 5 |
| Соотношение температур | 10 |
| Нечувствительная к влаге дымовая труба | 11 |
| Расчёт диаметров дымовых труб | 12 |
| Расчёт поперечного сечения | 13 |
| Итоги и перспективы | 14 |



Издание и редакция
ООО «Шидель» Москва


Печать и размножение
только по согласованию и с разрешения
ООО «Шидель» Москва или
Schiedel GmbH & Co. München
Фирма оставляет за собой право
на внесение технических изменений


Издание 2011 года

# Основные положения дымоходной техники

## Развитие

### Повышение требований вызвало появление двухслойных дымовых труб

Рост использования установок, работающих на нефтепродуктах, вызвал появление новых требований к дымоходной технике. Кроме статической и противопожарной стойкости возникло требование по устойчивости к воздействию кислот, что привело к созданию двухслойных дымовых труб. Внутренняя труба из керамики выполняет требования касательно кислотоустойчивости, наружная оболочка - требования по статической устойчивости, а обе вместе обеспечивают пожаробезопасность.

### Сегодня это уже устарело

Одно- и двухслойные дымовые трубы сегодня ещё допущены к эксплуатации и описаны в своде технических правил для однослойных дымовых труб. Тем не менее, для современных энергосберегающих установок они практически устарели.

### Влияние энергетического кризиса

Энергетический кризис семидесятых годов повлёк за собой дальнейшее развитие техники сжигания топлива. В конце концов это привело к тому, что на рынке появились отопительные котлы с более высоким использованием энергии и более низкими температурами дымовых газов. Эта тенденция привела к созданию трёхслойных дымовых труб.

### Трёхслойные дымовые трубы

В этих системах внутренняя труба из керамики окружена специальным слоем теплоизоляции, которая заботится о том, чтобы низкотемпературные дымовые газы в дымовой трубе не так сильно охлаждались и отводились через крышу без ущерба для строительных конструкций. При этом применение тепловой изоляции должно гарантировать требуемую подвижность внутренней трубы при её тепловом расширении.

### Подача воздуха для горения

Наружные ограждающие конструкции современных зданий становятся всё более плотными, что предъявляет новые требования к дымовым трубам. Помимо удаления дымовых газов современные дымоходные системы обеспечивают также подачу приточного воздуха для поддержания процесса горения. В таких системах внутренняя тонкостенная керамическая труба окружена слоем воздуха, который движется в пространстве между керамической трубой и наружной оболочкой и при этом нагревается. Наружная оболочка состоит из лёгкого бетона.

# Основные положения дымоходной техники

## Развитие

### Взгляд в прошлое

В те времена, когда огонь открыто горел в очаге в центре помещения, дымовые газы отводили от места их образования при помощи идущей наверх дымовой трубы. Эти первые образцы дымоходной техники сделали возможным и, по крайней мере, наполовину терпимым пребывание в отапливаемых помещениях, которыми по большей части были кухня, жилая или спальная комната. Дальнейшее развитие дымоходной техники всегда было тесно связано с развитием техники отопительной.

### А сегодня?

Современные дымоходные системы должны быть так рассчитаны, чтобы исключить возникновение недопустимых нарушений в работе дымового тракта и опасности для человека. Их основной задачей является надёжное отведение через крышу вредных для здоровья человека компонентов продуктов сгорания, которые затем рассеиваются в атмосфере.

### Устья дымовых труб старых зданий



### Ступени развития дымоходной техники

Переход от одного вида топлива к другому, от угля к мазуту, а затем газу, а также дальнейшее совершенствование установок, сжигающих топливо, их развитие от отдельных печей к установкам центрального отопления требовали также постоянных изменений в дымоходной технике.

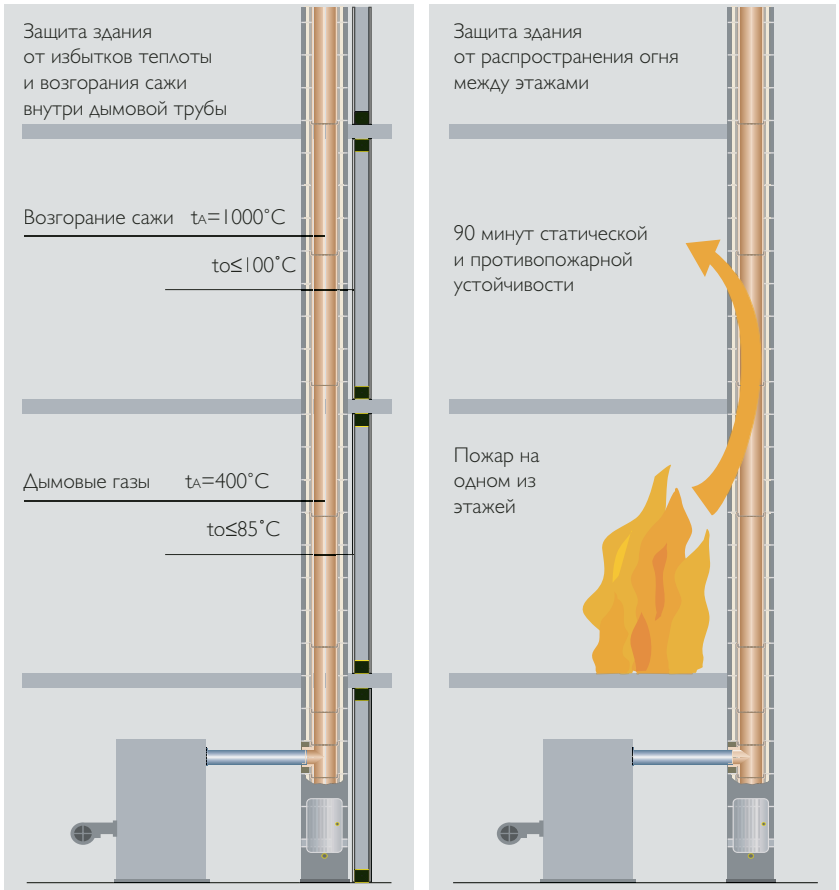
### Однослойная дымовая труба

В течение долгого времени в строительстве жилья наиболее востребованным вариантом отведения дымовых газов от места их образования была однослойная кирпичная дымовая труба. Позднее ей на смену пришла однослойная дымовая труба из готовых элементов (EN 1443, EN 1857), основным преимуществом которой перед предшественницей был простой и лёгкий монтаж.

# Защита от огня

## Высокие требования к дымовой трубе

Дымовые трубы относятся к строительным конструкциям, испытывающим воздействие наиболее сильных нагрузок. Это заложено в самом назначении этих конструкций. Дымовые трубы должны быть статически устойчивыми, стойкими к воздействию тепла, высоких температур дымовых газов, возгоранию сажи внутри дымовой трубы.




## Требования к дымовым трубам по противопожарной защите

При температуре дымовых газов в дымовой трубе более 400°C её наружные поверхности, граничащие со строительными конструкциями из горючих материалов, не должны нагреваться выше 85°C. При возгорании сажи внутри дымовой трубы её наружные поверхности, граничащие со строительными конструкциями из горючих материалов, не должны нагреваться выше 100°C.

## Предотвращение распространения огня

В случае возникновения пожара снаружи дымовая труба должна сохранить статическую устойчивость в течение минимум 90 минут, чтобы предотвратить распространение огня на другие этажи. При этом нельзя допустить передачу теплоты по наружной оболочке дымовой трубы и повышение температуры её поверхности на других этажах до опасных значений.

# Основные положения дымоходной техники

## Развитие

### Развитие дымоходной техники

| Требования | Система | Преимущества |
|---|---|---|
| статическая устойчивость<br>пожаробезопасность<br>газоплотность<br>кислотостойкость<br>хорошая теплоизоляция<br>нечувствительность к влаге<br>Режим противотока | Нечувствительная к влаге дымовая труба / труба для удаления дымовых газов  | универсальность использования,<br>нечувствительность к влаге,<br>режим противотока,<br>интегрированная теплоизоляция,<br>керамическая труба длиной 1,33 м |
| статическая устойчивость<br>пожаробезопасность<br>газоплотность<br>кислотостойкость<br>хорошая теплоизоляция<br>Нечувствительность к влаге | Нечувствительная к влаге изолированная дымовая труба  | универсальность использования,<br>нечувствительность к влаге |
| статическая устойчивость<br>пожаробезопасность<br>газоплотность<br>кислотостойкость<br>Хорошая теплоизоляция | **Трёхслойная изолированная дымовая труба**  | расширение области применения,<br>использование для низких температур дымовых газов |
| статическая устойчивость<br>пожаробезопасность<br>газоплотность<br>Кислотоустойчивость | Двухслойная изолированная дымовая труба  | стойкость к кислотам,<br>низкий коэффициент сопротивления трению,<br>свободно перемещающаяся внутренняя труба |
| статическая устойчивость<br>пожаробезопасность<br>газоплотность | Однослойная дымовая труба из готовых элементов с интегрированными каналами  | снижение расхода сырья,<br>незначительный вес,<br>улучшенная теплоизоляция |
| статическая устойчивость<br>пожаробезопасность<br>газоплотность | Однослойная дымовая труба из готовых элементов  | простой и быстрый монтаж |
| статическая устойчивость<br>пожаробезопасность<br>газоплотность | Однослойная кирпичная дымовая труба  | |

### Дымоходная система с интегрированной шахтой для подвода воздуха

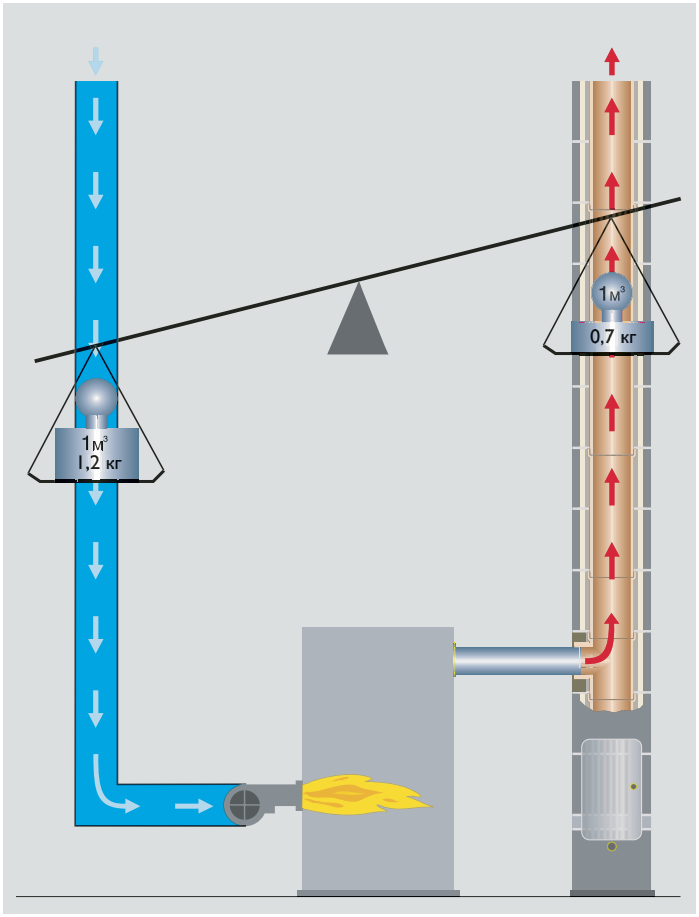
Самая современная дымоходная техника в настоящее время сочетает в себе нечувствительную к влаге дымоходную систему с интегрированной шахтой для подачи воздуха. К таким дымоходным системам могут подключаться только топливосжигающие устройства, работающие в независимом от воздуха помещения режиме. Область применения этих универсальных систем охватывает широкий спектр отопительного оборудования на различных видах топлива - от конденсационных котлов до установок большой мощности.

# Соотношение потоков и давлений

### Подъёмная сила вследствие разницы температур

Из-за теплоты, выделяющейся в процессе горения топлива, дымовые газы имеют более высокую температуру, чем атмосферный воздух.
В дымовой трубе и восходящих частях соединительных элементов возникает подъёмная сила, которая способствует движению дымовых газов и создаёт в дымовой трубе, соединительных элементах, а также в большинстве случаев в самом котле и в том помещении, где она установлена, разрежение.

### Подъёмная сила в дымовой трубе




### Циркуляция воздуха и дымовых газов

Горелки, котлы и дымовые трубы связаны друг с другом системами подачи приточного воздуха и удаления дымовых газов. Приточный воздух забирается из атмосферы и вместе с топливом подаётся в топку для сжигания. Образовавшиеся при сжигании топлива дымовые газы отдают свою теплоту, а затем через соединительные элементы и дымовую трубу выбрасываются в атмосферу.

# Основные положения дымоходной техники

## Соотношение потоков и давлений

### Точно соответствующие друг другу компоненты

В каждой установке для сжигания топлива все составные компоненты - котёл, соединительные элементы, дымовая труба - должны точно соответствовать друг другу. Только в этом случае гарантированы безупречные эксплуатационные условия в течение длительного срока.

Ошибки в подборе оборудования могут привести к нарушению режима эксплуатации топливосжигающей установки, например, к неполному сгоранию топлива и образованию отложений сажи как внутри установки, так и в дымовой трубе с опасностью неконтролируемого возгорания сажи в любой момент. Кроме того, при неправильном расчёте параметров дымохода существует возможность того, что жильцы дома могут быть подвергнуты опасности вследствие выброса дымовых газов из теплогенератора. Следствием неправильного подбора оборудования может стать также обильная конденсация влаги, проникновение её через конструкцию дымовой трубы, образование подтёков и постепенное разрушение.

### Условия по температуре и давлению в соответствии с EN 13384

Необходимые для надёжной работы топливосжигающих установок условия по температуре и давлению в дымоходных системах описываются в нормах EN 13384.

**Условия по давлению:**

$P_Z \geq P_{ZE}$ (Н/м$^2$ или Па)

$P_Z = P_H - P_R$(Н/м$^2$ или Па)

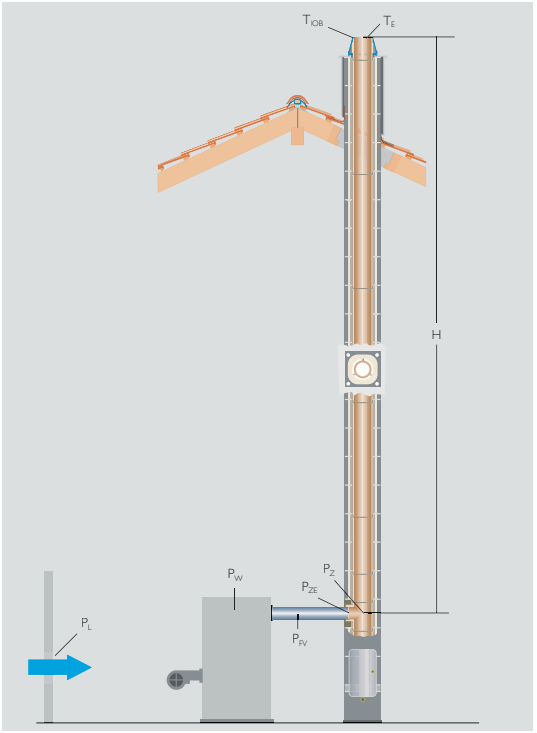
$P_{ZE} = P_L - P_W - P_{FV}$(Н/м$^2$ или Па)

**Условия по температуре:**

$T_{IOB} - T_P \geq 0$

$T_E > T_L$

H - общая эффективная высота дымовой трубы
$P_{FV}$ - требуемое давление в соединительном элементе
$P_H$ - полное давление в дымовой трубе
$P_L$ - требуемое давление приточного воздуха
$P_R$ - аэродинамическое сопротивление дымовой трубы
$P_W$ - требуемое давление дымовых газов в теплообменном аппарате
$P_Z$ - разрежение дымовых газов на входе в дымовую трубу
$P_{ZE}$ - требуемое разрежение дымовых газов на входе в дымовую трубу
$T_E$ - температура дымовых газов на входе в дымовую трубу
$T_{IO}$ - температура внутренней стенки устья дымовой трубы
$T_{IOB}$ - температура внутренней стенки устья дымовой трубы в инерционном состоянии
$T_L$ - температура наружного воздуха
$T_O$ - температура дымовых газов в устье дымовой трубы
$T_P$ - температура точки росы дымовых газов



# Соотношение давлений и напоров

Котлы с избыточным давлением должны быть хорошо изолированы, чтобы предотвратить попадание дымовых газов в помещение, в котором они установлены.

Такие теплогенерирующие установки, как, например, атмосферные котлы, которые эксплуатируются только в режиме разрежения, нет необходимости полностью изолировать от окружающей среды и делать абсолютно плотными. В таких установках воздух из помещения может частично подсасываться в котёл через имеющиеся неплотности. При этом дымовые газы не попадают в окружающую среду. Тем не менее, современные атмосферные котлы имеют очень хорошую изоляцию, так как неплотности конструкции повышают потери теплогенерирующей установки и ухудшают её к.п.д.

Подбор соответствующего диаметра дымовой трубы и соединительных элементов, а также точное соответствие дымовой трубы типу теплообменного аппарата гарантирует, что достигается необходимая для отведения образующихся дымовых газов подъёмная сила.

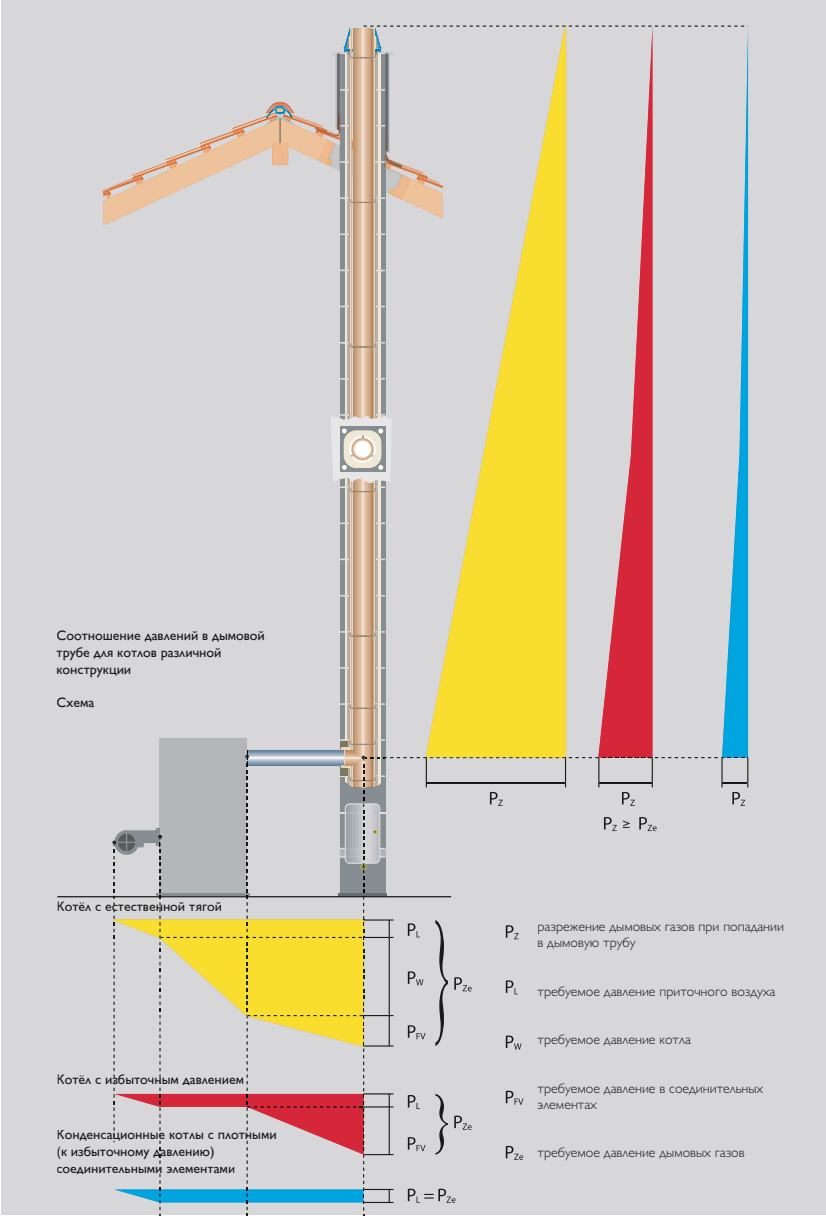
# Основные положения дымоходной техники

## Соотношение давлений и напоров

### Атмосферные котлы и котлы с избыточным давлением

На соотношение давлений в топливосжигающей установке оказывают влияние такие факторы как тяга дымовой трубы, конструкция теплогенератора, а также тип используемой горелки. При использовании горелки с наддувом в теплогенерирующем аппарате может возникнуть избыточное давление.

### Соотношение давлений в дымовой трубе

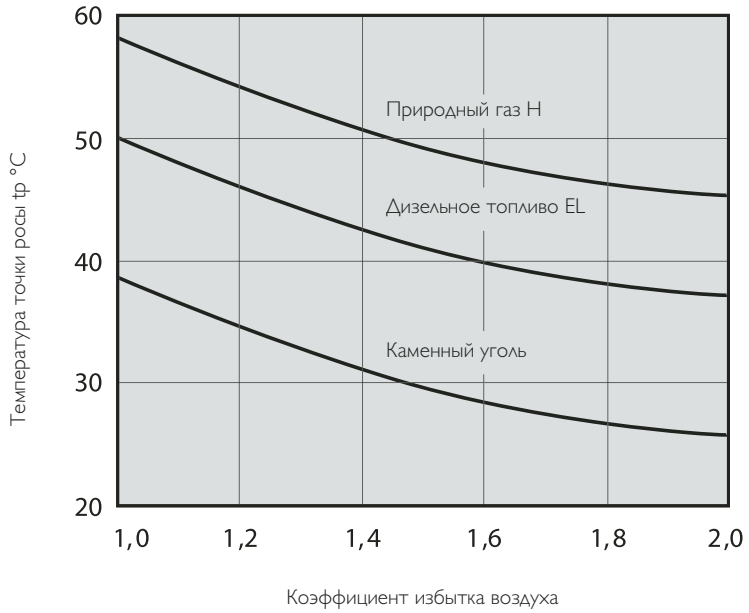


# Соотношение температур

### Внимание при преодолении точки росы

Дымовые газы охлаждаются так сильно, что преодолевается температура точки росы дымовых газов, что ведёт к образованию конденсата как в соединительных элементах, так и в дымовой трубе.

### Зависимость температуры дымовых газов от вида топлива и коэффициента избытка воздуха




### Низкие температуры дымовых газов современных котлов

График показывает зависимость температуры точки росы дымовых газов от вида топлива и коэффициента избытка воздуха. Современные установки, сжигающие топливо, имеют в большинстве своём низкие температуры дымовых газов и характеризуются высокими значениями температуры точки росы из-за содержащегося в топливе водорода и низких значений коэффициентов избытка воздуха. При таких условиях особенно высока опасность выпадения конденсата вследствие охлаждения дымовых газов.

### Расчёт температуры точки росы по EN 13384-1

Охлаждение дымовых газов внутри соединительных элементов дымовой трубы рассчитывается по уравнениям, приведённым в EN 13384-1 (DIN 4705 ч.1).
Эти нормы требуют, чтобы для чувствительных к влаге дымовых труб температура внутренней стенки на верхней грани устья дымовой трубы лежала выше температуры точки росы дымовых газов.
Охлаждение дымовых газов оказывает влияние на соотношение давлений и соотношение влажности в дымовой трубе.

# Основные положения дымоходной техники

## Область применения

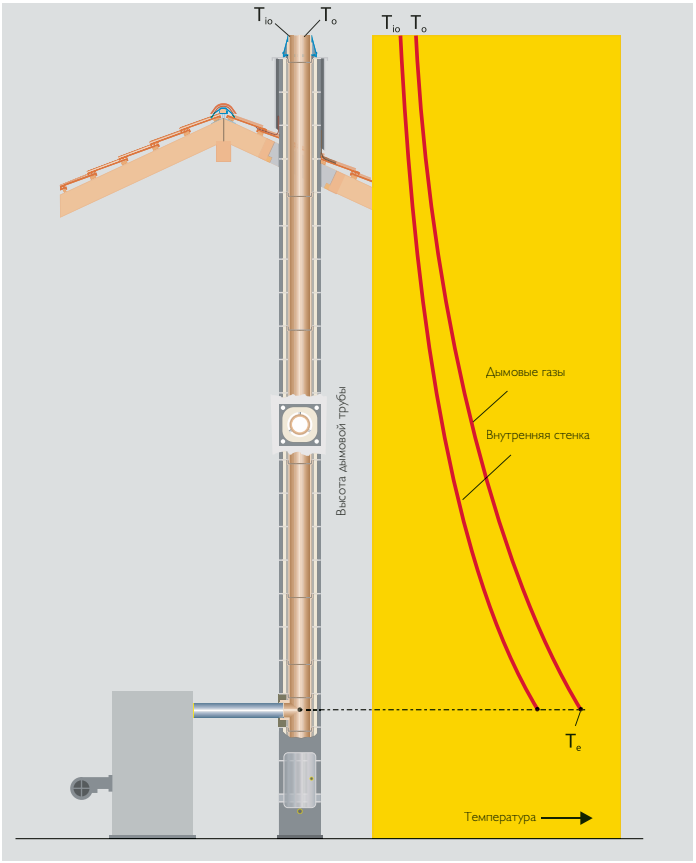
### Дымовые газы охлаждаются

На своём пути от теплогенерирующей установки через соединительные элементы и всю конструкцию дымовой трубы дымовые газы охлаждаются. Потери тепла с дымовыми газами в дымовой трубе существенно зависят от следующих факторов:

### Потери тепла

- Через тепловую изоляцию дымовой трубы
- По высоте дымовой трубы
- Через внутреннюю поверхность дымовой трубы
- С движущимся потоком дымовых газов

### Изменение температуры в дымовой трубе и температура наружной поверхности




Te = Температура дымовых газов на входе в дымовую трубу
To = Температура дымовых газов в устье дымовой трубы
Tio = Температура на внутренней поверхности верхней грани трубы

### Водяной пар должен отводиться

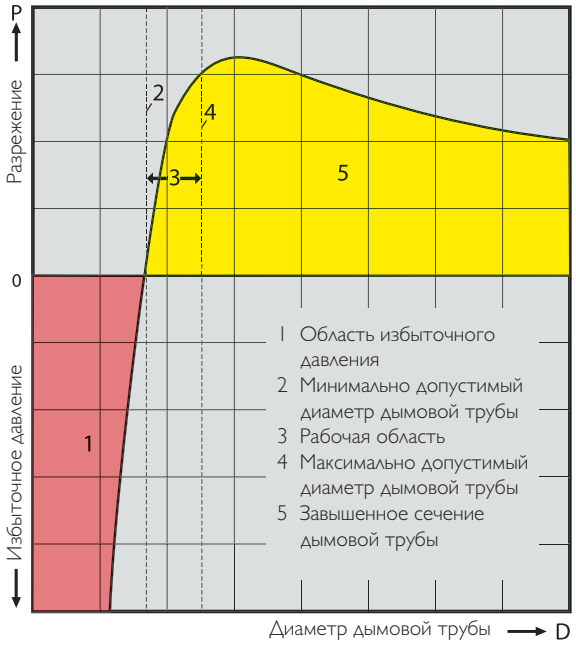
При сжигании топлива с большим содержанием водорода, например, природного газа или мазута, выделяется большое количество водяного пара. Во избежание ущерба от воздействия влаги на строительные конструкции дымовой трубы этот водяной пар должен из неё отводиться. Дымовые газы, равно как и воздух, при температурах до 100°C могут содержать только ограниченное количество водяного пара. Это количество снижается со снижением температуры.

# Расчёт диаметров дымовых труб

**Правильный расчёт диаметров означает безупречное функционирование**

Правильный расчёт диаметров дымовой трубы и соединительных элементов в совокупности с расчётом по EN 13384-1 (DIN 4705 ч.1) являются важнейшей предпосылкой для безупречного функционирования теплогенератора.

**Изменение давления в дымовом тракте теплогенератора в зависимости от диаметра дымовой трубы**




**Влияние диаметра дымовой трубы**

График показывает, как влияет диаметр дымовой трубы на величину давления (или тягу) дымового тракта теплогенератора.

**Заниженный диаметр, растущее разрежение (тяга)**

При выборе очень большого диаметра дымовой трубы за теплогенератором устанавливается относительно низкое разрежение, так как дымовые газы сильно охлаждаются.
При уменьшении диаметра дымовой трубы разрежение увеличивается, возрастает подъёмная сила потока вследствие незначительного охлаждения дымовых газов. Аэродинамическое сопротивление потока невелико, так как скорость самого потока мала.
При дальнейшем уменьшении диаметра тяга растёт очень медленно. Это объясняется тем, что с увеличением подъёмной силы заметно увеличивается и аэродинамическое сопротивление потока.

# Основные положения дымоходной техники

## Нечувствительная к влаге дымовая труба

### Низкие температуры дымовых газов

Температуры дымовых газов теплогенераторов могут быть значительно понижены при использовании нечувствительных к влаге дымовых труб, в которых допускается конденсация водяных паров. В этом случае больше не требуется поддерживать высокую температуру дымовых газов в устье дымовой трубы во избежание преодоления температуры точки росы и проникновения влаги через конструкцию дымовой трубы. Однако условие по соблюдению требований по давлению остаётся.

### Условия по температуре и давлению




### Обратите внимание на специальные требования

Рабочая область температур дымовых газов для нечувствительных к влаге дымовых труб - от 30° до 100°C. При проектировании и установке такой дымовой трубы обратите внимание на дополнительные требования, изложенные в соответствующем допуске к эксплуатации Немецкого Института Строительной Техники (DIB). Эти требования появились как следствие особых нагрузок, возникающих при отведении дымовых газов с экстремально низкими температурами. К таким требованиям относится, например, обеспечение возможности отведения конденсата в основании дымовой трубы, дополнительная герметизация в области подключения элемента для осмотра и очистки дымовой трубы, а также предписание по дополнительной теплоизоляции в не отапливаемых помещениях и над крышей.

# Итоги и перспективы

### Отсутствие проблем при высоких температурах дымовых газов

До начала 60-х годов прошлого века дымовые трубы были в большинстве своём однослойными. Теплоиспользующие установки того времени характеризовались высокими температурами дымовых газов. Такой режим не создавал каких-либо значительных проблем в эксплуатации дымовых труб. Однако, увеличение количества котлов, работающих на жидком топливе, привело к росту случаев ущерба и разрушения конструкций дымовых труб.

### Снижение температуры - рост ущерба

Снижение температуры дымовых газов, уменьшение массового расхода дымовых газов и связанное с этим выпадение в дымовой трубе конденсата и кислот, вели к проникновению влаги через стенки трубы и образованию подтёков. Двухслойные и трёхслойные конструкции дымовых труб были разработаны как средство противостояния возникшим трудностям.

### Снижение температур дымовых газов - увеличение количества проблем

Последние новинки в разработке котельной техники характеризуются ещё большим снижением температур дымовых газов. Конденсационные котлы используют скрытую теплоту парообразования дымовых газов и имеют очень низкие температуры дымовых газов на выходе из котла.

### Выпадение конденсата даже при хорошей теплоизоляции

Это означает, что температуры дымовых газов в дымовой трубе могут опускаться ниже температуры точки росы и поэтому нельзя исключить выпадение конденсата даже при хорошей теплоизоляции.

### Многообразие установок для сжигания топлива

В последние годы значительно расширился ассортимент предлагаемых на рынке установок для сжигания топлива. Теплогенераторам на угле, дровах и торфе, противостоят сегодня современные конденсационные котлы с максимально возможным использованием теплоты сгорания топлива. Дымовые трубы для обслуживания такого рода нагрузок от разнообразного теплового оборудования должны быть стойкими к возгоранию отложений сажи, быть устойчивыми к очень высоким температурам, но при этом также справляться с проблемами, связанными с долговременным воздействием низких температур дымовых газов.

### Требования

Чтобы гарантировать долгосрочную эксплуатационную надёжность, дымовые трубы должны:

- Подходить для всех видов топлива
- Быть устойчивыми к воздействию кислот
- Надёжно противостоять возгоранию сажи
- Быть нечувствительными к влаге

### Дымовые трубы сегодня и в будущем

Дымовая труба должна соответствовать этим требованиям. Поэтому каждая новая дымовая труба выполняет не только требования сегодняшнего дня, но должна также рассчитываться с учётом прогнозируемого будущего развития.

# Основные положения дымоходной техники

## Расчёт поперечного сечения

### Максимальная тяга

Тяга достигает своего наивысшего значения тогда, когда при уменьшающемся поперечном сечении дымовой трубы уравновешиваются изменения подъёмной силы и аэродинамическое сопротивление. При дальнейшем снижении диаметра тяга снижается сначала медленно, а затем всё более круто (рисунок на стр.12).
Равновесие давлений достигается, если подъёмная сила и аэродинамическое сопротивление соответствуют друг другу.

### Рост избыточного давления при уменьшающемся поперечном сечении

При слишком зауженном поперечном сечении в дымовой трубе возникает избыточное давление. Величина избыточного давления при заниженных диаметрах возрастает, так как аэродинамическое сопротивление значительно увеличивается с ростом скорости. Одним из второстепенных эффектов этого процесса является снижение охлаждения дымовых газов.

### Три возможных режима эксплуатации дымовой трубы в зависимости от поперечного сечения

При выборе поперечного сечения дымовой трубы возможны три варианта:

- Область завышенных диаметров. Характеризуется в большинстве случаев достаточной тягой, но возникает проблема сильного охлаждения дымовых газов.
- Тяга в соответствии с расчётными параметрами. При этом достигается безупречное соотношение тяги и температуры потока дымовых газов.
- Область избыточного давления. Эксплуатация в этом режиме возможна только при использовании специальной дымовой трубы определённой конструкции, чтобы предотвратить попадание дымовых газов в помещение.

### Диаграммы для расчёта поперечного сечения помогают избежать ошибок

Разработанные компанией Schiedel диаграммы для расчёта поперечного сечения дымовой трубы помогут Вам избежать ошибок. Эти диаграммы были разработаны в соответствии с требованиями EN 13384-1 (DIN4705 ч.1).