



ПРОЕКТ

ÖNORM
EN 15544

Издание: 2021-11-01

Установленные на месте изразцовые/ оштукатуренные печи — Конструкция

One off Kachelgrundöfen/Putzgrundöfen (tiled/mortared stoves) —
Dimensioning

Poêles en faïence, poêles en maçonnerie fabriqués in situ —
Dimensionnement

Примечание:

Принимая во внимание замечания, эта версия стандарта может отклоняться от окончательного варианта.
Просим присылать замечания в письменной форме до **2021-12-15** в Austrian Standards International.

Владельцы и производители Austrian Standards International Standardisierung und Innovation Heinestraße 38, 1020 Wien

Copyright © Austrian Standards International 2021
Все права защищены. Перепечатка, воспроизведение и т.д. разрешены только с согласия владельцев! E-Mail: service@austrian-standards.at
Internet: www.austrian-standards.at/nutzungsrechte

Продажа отечественных и зарубежных норм и сводов правил:
Austrian Standards plus GmbH
Heinestraße 38, 1020 Wien
E-Mail: service@austrian-standards.at Internet:
www.austrian-standards.at Webshop:
www.austrian-standards.at/webshop Tel.: +43
1 213 00-300
Fax: +43 1 213 00-355

ICS 97.100.30

идентичен с EN 15544:2021-10

предназначен для замены ÖNORM EN 15544:2009-09

ответственный Komitee 230
Печные работы и домашние очаги а также грили

Октябрь 2021

ICS 97.100.30

Предназначен для замены EN
15544:2009

Немецкоязычное издание

Установленные на месте изразцовые/ оштукатуренные печи - Конструкция

One off Kachelgrundöfen/Putzgrundöfen
(tiled/mortared stoves) - Dimensioning

Poêles en faïence, poêles en maçonnerie fabriqués in
situ - Dimensionnement

Этот проект европейского стандарта будет представлен членам CEN для ознакомления. Он создан Техническим комитетом CEN/TC 295.

Если это проект станет европейским стандартом, члены CEN обязаны соблюдать правила процедуры CEN, в котором изложены условия, при которых этот Европейский стандарт может принять статус национального без каких-либо изменений.

это проект Европейского стандарта был создан CEN в 3ех версиях (немецкой, английской, французской). Версия на любом другом языке, если она была создана членом CEN под свою ответственность и передана в CEN-CENELEC-Management-Zentrum будет иметь тот же статус, что и официальные версии.

Членами CEN являются национальные институты по стандартизации Бельгии, Болгарии, Дании, Германии, Эстонии, Финляндии, Франции, Греции, Ирландии, Исландии, Италии, Хорватии, Латвии, Литвы, Люксембурга, Мальты, Нидерландов, Норвегии, Австрии, Польши, Португалии, Северной Македонии, Румынии, Швеции, Швейцарии, Сербии, Словакии, Словении, Испании, Чешской Республики, Турции, Венгрии, Соединенного Королевства и Кипра.

Получателей данного проекта стандарта просят поделиться комментариями о любых относящихся сюда патентах и предоставить вспомогательную документацию.

Примечание: Этот документ еще не имеет статуса Европейского стандарта. Он предложен для проверки и комментариев. Он может быть изменен без уведомления и не может рассматриваться как европейская норма.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Содержание

страница

| | |
|--|-----|
| Европейское предисловие..... | 3 |
| 1 Область применения..... | 5 |
| 2 Нормативные ссылки..... | 6 |
| 3 Термины и определения..... | 6 |
| 4 Расчеты..... | 8 |
| 4.1 Определение номинальной мощности..... | 8 |
| 4.2 Определение количества топлива..... | 8 |
| 4.2.1 Максимальное к-во топлива..... | 8 |
| 4.2.2 Минимальное к-во топлива..... | 9 |
| 4.3 Определение основных размеров..... | 9 |
| 4.3.1 Размеры топочной камеры..... | 9 |
| 4.3.2 Расчет дымооборотов..... | 11 |
| 4.3.3 Минимальная длина дымооборотов..... | 11 |
| 4.3.4 Сечение газовой шлицы..... | 12 |
| 4.4 Расчет расхода топлива..... | 13 |
| 4.5 Определение соотношения воздуха..... | 13 |
| 4.6 Воздух для горения. Дымовые газы..... | 1 3 |
| 4.6.1 Общее..... | 13 |
| 4.6.2 Расход воздуха для горения..... | 1 4 |
| 4.6.3 Объем дымовых газов..... | 1 4 |
| 4.6.4 Масса дымовых газов..... | 1 5 |
| 4.7 Расчет плотности..... | 15 |
| 4.7.1 Плотность воздуха для горения..... | 15 |
| 4.7.2 Плотность дымовых газов..... | 1 5 |
| 4.8 Расчет температуры наружного воздуха, температуры воздуха для горения, температуры дымовых газов..... | 16 |
| 4.8.1 Средняя температура наружного воздуха и воздуха для горения..... | 16 |
| 4.8.2 Средняя температура в топке..... | 16 |
| 4.8.3 Температура дымовых газов в дымообороте..... | 1 6 |
| 4.8.4 Температура дымовых газов в соединительном элементе..... | 17 |
| 4.8.5 Температура дымовых газов на входе в дымоход, средняя температура дымовых газов в дымоходе, и температура внутренней стенки в верхней части дымохода..... | 17 |
| 4.9 Расчет механики потока..... | 17 |
| 4.9.1 Общее..... | 17 |
| 4.9.2 Расчет постоянного давления..... | 17 |
| 4.9.3 Расчет скорости потока..... | 18 |
| 4.9.4 Расчет статического сопротивления..... | 18 |
| 4.9.5 Расчет сопротивления из-за изменения направления..... | 2 0 |
| 4.10 Эксплуатационный контроль..... | 21 |
| 4.10.1 Условия давления..... | 21 |
| 4.10.2 Условие точки росы..... | 21 |
| 4.10.3 Технический КПД η | 22 |
| 4.10.4 Расчет значений дымовых газов на основании 3х данных..... | 22 |
| Библиография..... | 23 |

Европейское предисловие

Это документ (prEN 15544:2021) был разработан Техническим Комитетом CEN/TC 295 „Бытовые отопительные приборы на твёрдом топливе“, секретариат которого находится в ведении BSI.

Этот документ предложен для опроса CEN.

Этот документ заменит EN 15544:2009

Введение

Этот документ содержит основы для расчета измерений изразцовых/оштукатуренных печей .

Применение расчетов этого документа служит для доказательства значений выбросов окиси углерода, диоксида азота, органически связанного углерода, а также мелких частиц и КПД.

При соблюдении расчетов этого документа, будут соблюдены и нормы выбросов для оксида углерода $1\,500\text{ mg/m}_n^3$ ($1\,000\text{ mg/MJ}$), диоксида азота 225 mg/m_n^3 (150 mg/MJ), органически связанного углерода 120 mg/m_n^3 (80 mg/MJ) а также мелких частиц 90 mg/m_n^3 (60 mg/MJ). Если расчеты этого документа будут соблюдены в сочетании с соответствующим типом топки, отвечающим, в следствии испытаний , более низким уровнем вредных выбросов, то размеры выбросов будут считаться соблюденными.

Этот метод расчета показателей теплоемких изразцовых или оштукатуренных печей основан на соответствующей литературе, а также Европейском Стандарте EN 13384-1, причем наряду с физическими и химическими формулами, к расчетам привлечены также эмпирически полученные взаимосвязи.

В процедуре расчета для других строительных материалов, отличных от шамота, доказательства соответствия уровней выбросов и КПД должно обеспечиваться отдельно. Кроме того, эмпирические данные для размеров топки, минимальной длины дымооборотов, количество топлива, а также температуры в топке и дымообороте должны быть, в этом случае, высчитаны отдельно.

1 Область применения

Этот документ содержит правила для расчета теплоемких изразцовых/ оштукатуренных печей на основании заданной номинальной мощности, так, как она бы указывалась производителем. При этом речь идет об индивидуальных, построенных на месте изразцовых или оштукатуренных печах. Это документ ориентирован на изразцовые или оштукатуренные печи, отапливаемые при помощи дров с одноразовой закладкой дров на каждый промежуток теплоотдачи за счет теплонакопления. Максимальной массой топлива между 10 и 40 кг (дрова с относительной влажностью 12-20%), сечением 5-10 см и длиной поленьев 25-50 см и теплонакоплением на 8-24 часа.

Этот документ распространяется на теплоемкие изразцовые/оштукатуренные печи сделанные из шамота плотностью между 1 750 kg/m³ и 2 300 kg/m³, пористостью от 17 Vol. % до 33 Vol. % а также теплопроводностью в диапазоне температур от 20 °C до 400 °C между 0,90 W/mK и 1,30 W/mK

Этот документ применяется для изразцовых/оштукатуренных теплоемких печей с подачей воздуха для горения сбоку через рамку дверцы или через вертикальный колосник дверцы. Этот документ применим к скорости входа воздуха для горения между 2 м/с и 4 м/с.

Этот документ также применяется для комбинации с топками, специально изготовленными для применения в ремесленных печах, устанавливаемых на месте. Топками, для которых нормативное соблюдение выбросов было доказано аккредитованной организацией в процессе испытаний.

Этот документ применяется к топкам:

- с соотношением воздуха между 1,95 и 3,95 по результатам испытаний;
- с максимальной загрузкой дров менее 10 кг, но более 5 кг;
- применяющих другие подходящие материалы, а также шамота.

Касательно типизации в процессе испытаний, этот документ применяется к топкам:

- от теплоемких печей, протестированных согласно EN 15250 (или prEN 16510-2-5);
- каминные топки, протестированные согласно EN 13229 (или prEN 16510-2-2); или
- топки, протестированные согласно соответствующим национальным стандартам (например, ÖNORM B 8303).

Настоящий документ распространяется на топки, предназначенные для серийного сжигания пеллет, если соблюдены требования этого документа (соотношение воздуха от 1,95 до 3,95, продолжительность горения (78 ± 20) мин).

Этот документ не распространяется на комбинации с водяными теплообменниками для центрального отопления или другими теплоотводящими устройствами - баками с водой, стеклами в дверце топки, превышающими 1/5 внутренней поверхности топки, и тд. Этот документ не распространяется на монтаж серий, но или частично готовых теплоемких каминов, изготовленных в соответствии с EN 15250.

2 Нормативные ссылки

Следующие документы рассматриваются в тексте таким образом, что некоторые их части, или все содержание полностью, представляют собой требования настоящего документа. У датированных ссылок применяется только издание под этой датой. У недатированных - последнее издание (включая все изменения).

EN 13384-1, *Системы дымоудаления — Методы расчета тепла и потока — Часть 1: Системы дымоудаления с устройством сжигания*

3 Термины

В данном документе действуют следующие понятия и определения.

3.1

Соотношение воздуха

λ

Соотношение между количеством воздуха, подаваемого в топку и теоретически необходимым количеством воздуха.

3.2

Расчетная длина канала дымооборота

$L_{Z, \text{Berechnung}}$

Длина, необходимая для расчета температуры дымовых газов в канале дымооборота

3.3

Конструкция с воздушным зазором

Конструкция, при которой между монтажными и отделочными материалами есть воздушный зазор.

Примечание 1 к термину: Конструкция с воздушным зазором существует, если расстояние между монтажным и отделочным материалом составляет не менее 2,5 см и таким образом выполнено не менее 50% печи.

3.4

Конструкция без воздушного зазора

Конструкция, при которой между монтажными и отделочными материалами нет воздушного зазора.

Примечание 1 к термину: Конструкция без воздушного зазора существует, если расстояние между монтажным и отделочным материалом составляет менее 2,5 см и таким образом выполнено не менее 50% печи.

3.5

Площадь основания топки

A_{BR}

площадь горизонтального разреза топочной камеры на уровне нижней кромки дверцы

3.6

Высота топки

H_{BR}

среднее отвесное расстояние между подом и потолком топочной камеры

3.7

Внутренняя поверхность топки

O_{BR}

Сумма внутренних ограничивающих плоскостей топочной камеры

3.8**Средняя температура в топке** t_{BR}

Вычислительное значение для определения давления покоя в топке

3.9**Количество топлива** m_{BU}

Основанная на времени и усредненная по времени горения масса топлива

3.10**Объем топки** U_{BR}

Объем топочной камеры, исходя из размер ее плоскостей

3.11**Газовая шлица**

Дополнительное отверстие для отвода топочных газов

3.12**Длина каналов дымооборота** L_z

Длина соединительной линии всех геометрических центральных точек сечений дымооборота от выхода из топки до соединительного элемента

3.13**Изразцовая тепломая печь**

Kachelofen

Изготовленная вручную и на месте тепломая печь, построенная в соответствии с местными условиями и чья видимая часть состоит в основном из изразца.

3.14**Короткий участок дымооборота**

участок дымооборота, длина которого меньше гидравлического сечения

3.15**Минимальная длина дымооборота** L_{zmin}

минимально разрешенная длина дымооборота

3.16**максимальная масса топлива** m_B

масса топлива при номинальной мощности

3.17**минимальная масса топлива** m_{Bmin}

масса топлива при малой мощности

3.18**Номинальная тепловая мощность**

среднее значение выделяемого очагом полезного тепла

3.19

Оштукатуренная теплоемкая печь

Putzofen

Изготовленная вручную и на месте теплоемкая печь, построенная в соответствии с местными условиями и чья видимая часть, в основном, оштукатурена

3.20

Теплоемкость

Nennheizzeit

Заданный производителем временной отрезок, во время которого выделяется номинальная мощность

3.21

КПД

в процентах заданное соотношение номинальной тепловой мощности, умноженной на время теплоемкости к общему выделению тепла

4 Расчеты

4.1 Определение номинальной тепловой мощности

Номинальная мощность (P_n) печи должна определяться производителем, чтобы можно было рассчитать значения от 4.2 до 4.10. При полном нагреве номинальная мощность (P_n) должна соответствовать стандартной тепловой нагрузке отапливаемого помещения или помещений. При частичном отоплении, которое покрывает только часть стандартной тепловой нагрузки, номинальная мощность может быть выбрана, соответственно, ниже.

4.2 Определение количества топлива

4.2.1 Максимальное количество топлива

Максимальное количество топлива должно составлять не менее 5 кг и определяется по этому уравнению

$$m_{B} = \frac{P_n \times t_{t_n}}{\eta_{\min} \times 4,16} \quad (1)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Для расчета принимается теплотворность древесины 4,16 kWh*kg⁻¹.

В котором

m_B макс. к-во топлива в кг;

P_n объединенная номинальная мощность в кВт;

t_n объединенная длительность теплонакопления в ч. ,

η_{\min} требуемое техническое минимальное КПД в %

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Теплонакопление может составлять от 8 до 24 часов

При использовании сертифицированных заводских топок максимальное количество дров при номинальной мощности должно соответствовать максимальному количеству топлива, указанному в сертификате.

4.2.2 Минимальное количество топлива

Определение и расчет минимального количества топлива требуется только в том случае, если производитель указывает мощность при частичной нагрузке. Минимальное к-во топлива установлено на уровне 50% от максимального.

$$m_{B\min} = 0,5 \times m_B \quad (2)$$

В котором

m_B макс. к-во топлива в кг;

$m_{B\min}$ мин. к-во топлива в кг.

При использовании сертифицированных заводских топок минимальное количество дров при частичной мощности должно соответствовать минимальному количеству топлива, указанному в сертификате. Указанное в уравнение (2) соотношение 50 % может отличаться.

4.3 Определение основных размеров

4.3.1 Размеры топочной камеры

4.3.1.1 Общее

Высота самого глубокого отверстия должна находиться не менее 5 см над подом топки.

ПРИМЕЧАНИЕ Определение размеров топки теплоёмкой печи необходимо, т.к. должно быть, во-первых, достаточно места для приема максимального количества дров, а во-вторых, здесь должны быть созданы условия для оптимального сжигания. 4.3.1 не применять для сертифицированных топок.

4.3.1.2 Внутренняя поверхность топки

Размер площади внутренней поверхности топки следует рассчитать по данному уравнению:

$$O_{BR} = 900 \times m_B \quad (3)$$

В котором

m_B макс. к-во топлива в кг;

O_{BR} внутренняя поверхность топки в см².

При расчете площади внутренней поверхности топки надо равнозначно учесть все стенки, под и потолок, а также дверцу. расчет производится таким образом, как если бы отверстия для выхода дымовых газов не было бы.

4.3.1.3 Площадь основания топки

Площадь основания топки может варьироваться от минимального до максимального.

Минимальная площадь основания топки вытекает из того, что при максимальном количестве топлива высота уложенного топлива не должна превышать 33 см. Это значит, что на 1 кг топлива следует заложить 100 см² площади основания.

$$A_{BRmin} = 100 \times m_B \quad (4)$$

В котором

m_B макс. к-во топлива в кг

A_{BRmin} мин. площадь основания топки в см².

Максимальная площадь основания вытекает из требования, что, с одной стороны, высота топки ограничена уравнением (6), а с другой стороны, площадь внутренней поверхности топки задана уравнением (3).

$$A_{BRmax} = \frac{900 \times m_B - (25 + m_B) \times U_{BR}}{2} \quad (5)$$

В котором

m_B макс. к-во топлива в кг;

A_{BRmax} макс. площадь основания топки в см²;

U_{BR} окружность топки в см.

Для прямоугольных оснований топок соотношение длина / ширина может варьироваться от 1 до 2, но минимальная ширина не должна быть меньше 23 см!

4.3.1.4 Высота топки

Топка ограничена по высоте следующим образом:

$$H_{BR} \geq 25 + m_B \quad (6)$$

В котором

m_B макс. к-во топлива в кг.

H_{BR} высота топки в см

Определение конкретной площади внутренней поверхности топки и площади основания топки приводит к установлению высоты топки по формуле:

$$H_{BR} = \frac{900 \cdot m_B - 2 \times A_{BR}}{U_{BR}} \quad (7)$$

В которой

m_B макс. к-во дров в кг;

A_{BR} макс. площадь основания топки в см²;

H_{BR} высота топки в см.

Принятая высота топки может отличаться на $\pm 5,0$ % от расчетного из уравнения (7), но должна отвечать требованиям уравнения (6).

4.3.2 Расчет дымооборотов.

4.3.2.1 Общее

Расчётная длина дымооборота, это фиктивная длина, которая необходима для расчета температуры дымовых газов в канале. (4.8.3)

4.3.2.2 Конструкция без воздушного зазора.

Расчетная длина дымооборота находится в соответствии с этим уравнением:

$$L_{Z_Berechnung} = 1,3 \times \sqrt{m_B} \quad (8a)$$

В котором

m_B макс. к-во топлива в кг;

$L_{Z_Berechnung}$ расчетная длина дымооборота в м.

4.3.2.3 Конструкция с воздушным зазором

Расчетная длина дымооборота находится в соответствии с этим уравнением:

$$L_{Z_Berechnung} = 1,5 \times \sqrt{m_B} \quad (8b)$$

В котором

m_B макс. к-во топлива в кг;

$L_{Z_Berechnung}$ расчетная длина дымооборота в м

4.3.3 Минимальная длина дымооборотов

4.3.3.1 Расчет

Значения минимальной длины дымооборотов информативны и не потребуются для дальнейшего расчета. При использованных заводских протестированных топков уравнения для расчета минимальной длины дымооборотов не принимаются. (По причине отклонений температуры топочных газов на выходе из топки). Расчет минимального дымооборота, в зависимости от КПД, возможен следующим образом.

4.3.3.2 Конструкция без воздушного зазора

Минимальная длина дымооборота находится в соответствии с этим уравнением:

$$L_{Zmin} = a \times \sqrt{m_B} \quad (9a)$$

В котором

a коэффициент для расчета минимальной длины дымооборота по таблице 1

m_B макс. к-во топлива в кг;

L_{Zmin} минимальная длина дымооборота в м.

4.3.3.3 Конструкция с воздушным зазором

Минимальная длина дымооборота находится в соответствии с этим уравнением

$$L_{Zmin} = b \times \sqrt{m_B} \quad (9b)$$

В котором

b коэффициент для расчета минимальной длины дымооборота по таблице 1 ;

m_B макс. к-во топлива в кг;;

L_{Zmin} минимальная длина дымооборота в м.

Таблица 1 — Коэффициенты для расчета минимальной длины дымооборота

| КПД | Коэфф а | Коэфф b |
|-----|---------|---------|
| 70 | 0,84 | 0,97 |
| 71 | 0,89 | 1,02 |
| 72 | 0,94 | 1,08 |
| 73 | 0,99 | 1,14 |
| 74 | 1,05 | 1,21 |
| 75 | 1,11 | 1,28 |
| 76 | 1,17 | 1,35 |
| 77 | 1,23 | 1,42 |
| 78 | 1,30 | 1,50 |
| 79 | 1,36 | 1,57 |
| 80 | 1,43 | 1,65 |
| 81 | 1,51 | 1,74 |
| 82 | 1,58 | 1,83 |
| 83 | 1,67 | 1,92 |
| 84 | 1,76 | 2,03 |
| 85 | 1,85 | 2,13 |
| 86 | 1,95 | 2,25 |
| 87 | 2,06 | 2,37 |
| 88 | 2,17 | 2,50 |
| 89 | 2,30 | 2,65 |
| 90 | 2,43 | 2,80 |

4.3.4 Сечение газовой шлицы

Сечение газовой шлицы должно быть рассчитано таким образом, чтобы на 1 кг топлива приходился бы 1 см² объединенного свободного пространства:

$$A_{GS} = 1 \times m_B \quad (10)$$

В котором

A_{GS} сечение газовой шлицы в см²;

m_B макс. к-во топлива в кг.

4.4 Расчет расхода топлива

Расчет расхода топлива для изразцовой или оштукатуренной печи осуществляется следующим образом:

$$m_{BU} = 0,78 \times m_B \quad (11)$$

В котором

m_B макс. к-во топлива в кг;

m_{BU} расход топлива в кг · ч⁻¹.

Даже для заводских и протестированных топок расход топлива следует рассчитывать таким образом. Это приведет к отличию от расхода топлива, указанного производителем. Обоснованием же применения расчета является необходимость индивидуально проектировать дымооборот, который и приводит к отличию данных по количеству топлива от сертификационных.

4.5 Определение соотношения воздуха

Процесс горения в изразцовых или оштукатуренных печах не постоянен, он все время меняется. Среднее соотношение воздуха для дальнейших расчетов устанавливается следующим образом:

$$\lambda = 2,95 \quad (12)$$

В котором

λ соотношение воздуха.

Даже для заводских и протестированных топок соотношение воздуха определяется таким образом. При этом возникают отклонения от данных производителя. В соответствии с областью применения стандарта соотношение воздуха должно составлять по сертификационным испытаниям от 1,95 до 3,95. Применение уравнения следует объяснять индивидуальным проектированием дымооборотов, что влияет на соотношение воздуха и приводит к отличиям от заданного производителем.

4.6 Воздух для горения, Дымовые газы

4.6.1 Общее

Даже для заводских и сертифицированных топках для расчёта количества воздуха для горения, объема и скорости дымовых газов применяются данные уравнения. При этом возникают отклонения от данных сертификации. Обосновать необходимость применения уравнений следует необходимостью индивидуально проектировать дымообороты, что влияет на данные объема и скорости газов по сравнению с заданными производителем.

4.6.2 Расход воздуха для горения

Средний расход воздуха для горения, подаваемого в изразцовую/ оштукатуренную печь, следует рассчитывать по следующему уравнению:

$$V_L = 0,002\ 56 \times m_B \times f_{ft} \times f_{fs} \quad (13)$$

ПРИМЕЧАНИЕ: Для расчёта коэффициента 0,002 56 в уравнении (13) принимаются - теоретическая потребность в воздухе 4,0 м³*kg⁻¹, соотношение воздуха 2,95, расход топлива 0,78*m_B.

В котором

V_L расход воздуха для горения м³ · с⁻¹;

m_B макс. к-во топлива в кг;

f_{ft} корректирующий коэфф. температуры;

f_{fs} корректирующий коэфф. высоты над уровнем моря.

4.6.2.1 Корректирующий коэффициент температуры

Корректирующий коэффициент температуры рассчитывается следующим образом.

$$f_{ft} = \frac{273 + t}{273} \quad (14)$$

В котором

f_{ft} корректирующий коэфф. температуры;

t температура в °C.

4.6.2.2 Корректирующий коэффициент высоты над уровнем моря

Корректирующий коэфф. высоты над уровнем моря рассчитать следующим образом:

$$f_{fs} = e^{\frac{9,81 \cdot z}{78624}} \quad (15)$$

Dabei ist

f_{fs} корр.коэфф. высоты над уровнем моря;

z географическая высота над уровнем моря в м.

4.6.3 Объем дымовых газов

Знание объема дымовых газов необходимо для расчета дымооборотов. Он рассчитывается следующим образом:

$$V_G = 0,002\ 73 \times m_B \times f_{ft} \times f_{fs} \quad (16)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Для расчёта коэфф. 0,002 73 в уравнении (16) предполагается теоретический объем дымовых газов 4,8 м³*kg⁻¹, соотношение воздуха 2,95 и расход топлива 0,78*m_B.

В котором

\dot{V}_G объем дымовых газов в $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$;

m_B макс. к-во топлива в кг;

f_t корр. коэфф. температуры;

f_s корр. коэфф. высоты над уровнем моря.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 f_t образуется вместе с температурой дымовых газов в соответствующем участке канала. Таким образом, по прохождению каннада дымооборота вместе с уменьшением температуры уменьшается и объем дымовых газов.

4.6.4 Масса дымовых газов

Масса дымовых газов рассчитывается следующим образом:

$$\dot{m}_G = 0,0035 \times m_B \quad (17)$$

В котором

\dot{m}_G масса дымовых газов в $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$;

m_B макс. к-во топлива в кг;

4.7 Определение плотностей

4.7.1 Плотность воздуха для горения

Плотность воздуха для горения в нормальном состоянии (0°C , $\approx 1\,013\text{ mbar}$) составляет $1,293\text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Т.к. при поступлении в топку воздух для горения в нормальном состоянии не находится, то необходимо внести корректировку плотности. Эту корректировку рассчитать по уравнению (18), которое учитывает уменьшение плотности при увеличении температуры (посредством температурного коэффициента) и высоту над уровнем моря.

$$\rho_L = \frac{1,293}{f_t \times f_s} \quad (18)$$

В котором

ρ_L плотность воздуха для горения в $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$;

f_t корр. коэфф. температуры;

f_s корр. коэфф. высоты над уровнем моря.

4.7.2 Плотность дымовых газов

Плотность дымовых газов при измерении в нормальном состоянии $1,282\text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Т.к. дымовые газы не находятся в состоянии нормы, необходима корректировка. Ее нужно рассчитать по уравнению (19), которое учитывает уменьшение плотности при увеличении температуры (посредством температурного коэффициента) и высоту над уровнем моря.

$$\rho_G = \frac{1,282}{f_t \times f_s} \quad (19)$$

В котором

ρ_G плотность дымовых газов в $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$;

f_t корр. коэфф. температуры;

f_s корр. коэфф. высоты над уровнем моря

4.8 Расчет температур наружного воздуха, воздуха для горения и дымовых газов

4.8.1 Средняя температура наружного воздуха и воздуха для горения

Для расчетов применяется температура наружного воздуха, отличная от EN 13384-1, а именно 0°C . Температура воздуха для горения должна быть рассчитана согласно EN 13384-1.

4.8.2 Средняя температура в топке

Температура в топке в данном расчете необходима для определения давления покоя в топке. Из-за заданной конкретно внутренней поверхности топки, мы принимаем температуру одинаковой для всех топок. Для расчётов температура в топке устанавливается следующим образом:

$$t_{BR} = 700 \quad (20)$$

В котором

t_{BR} температура в топке в $^\circ\text{C}$.

ПРИМЕЧАНИЕ Т.к. для заводских сертифицированных топок средняя температура в топке не устанавливается в процессе испытанию, то она может быть тоже принята как 700°C .

4.8.3 Температуры дымовых газов в канале дымооборота

Градиент температуры вдоль канала дымооборота представлено экспоненциальной функцией следующего уравнения

$$t = 550 \times e^{\frac{-0,83 \times L_Z}{L_{Z_Berechnung}}} \quad (21)$$

В котором

t температура в $^\circ\text{C}$;

L_Z длина канала дымооборота в м

$L_{Z_Berechnung}$ расчетная длина дымооборота в м.

Для сертифицированных заводских топок использовать это же уравнение.

$$t = t_{\text{Ausbrand}} \times e^{\frac{-0,83 \times L_Z}{L_{Z_Berechnung}}} \quad (22)$$

В котором

t температура в °C;

t_{Ausbrand} средняя температура дымовых газов на выходе из топки в °C

L_Z длина канала дымооборота в м;

$L_{Z_Berechnung}$ расчетная длина канала дымооборота в м.

Для средней температуры дымовых газов на выходе из топки использовать данные сертификационных испытаний (тип: эксплуатация с теплоаккумулятором).

ПРИМЕЧАНИЕ: Этот температурный градиент действителен для всего канала дымооборота, от выхода из топки до входа в дымоход.

4.8.4 Температура дымовых газов в соединительном элементе.

Температуру дымовых газов в соединительном элементе рассчитать по EN 13384-1.

4.8.5 Температура дымовых газов на входе в дымоход, средняя температура дымовых газов в дымоходе и температура на внутренней стенке в верхней части дымохода.

Температура дымовых газов на входе в дымоход, средняя температура дымовых газов в дымоходе и температура на внутренней стенке в верхней части дымохода рассчитывается по EN 13384-1

4.9 Расчет механики потока

4.9.1 Общее

В расчете механики потока следует учитывать воздух для горения, топку, дымообороты, соединительный элемент и дымоход. расчет механики потока воздуха для горения, в соединительном элементе и в дымоходе происходит по EN 13384-1 с учетом отклоняющихся значений согласно этого документа. Если воздух для горения подается через рамку дверцы, необходимо учитывать потерю давления при соответствующим объеме воздуха для горения.

4.9.2 Расчет постоянного давления.

Постоянное давление возникает в результате различных плотностей дымовых газов и воздушного столба.

Расчет происходит в соответствии с уравнением ниже:

$$p_h = g \times H \times (\rho_L - \rho_G) \quad (23)$$

В котором

p_h постоянное давление в Pa;

g ускорение свободного падения ($= 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$)

H рабочая высота (высота подъема) в м;

ρ_L плотность воздуха для горения в $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$;

ρ_G d плотность дымовых газов $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$;

Под рабочей высотой подразумевается вертикальный перепад высот между входом и выходом из канала дымооборота, или соединительного элемента, или элемента дымохода. для топки использовать высоту топки H_{BR} . Плотность воздуха рассчитать по уравнению (17) при температуре 0 °C и плотность дымовых газов рассчитать по уравнению (18) при температуре в центральной части (в половине длины) соответствующего канала - соединительного элемента, дымооборота или участка дымохода. Для топки используете t_{BR} .

4.9.3 Расчет скорости потока

Скорость потока рассчитывается из расхода воздуха или дымовых газов, разделенного на соответствующую площадь поперечного сечения.

$$v = \frac{V}{A} \tag{24}$$

В котором

- v скорость потока в $m \cdot s^{-1}$;
- V расход воздуха или дымовых газов $m^3 \cdot s^{-1}$;
- A площадь поперечного сечения в m^2 .

Скорость потока в соединительном элементе, в дымообороте или в дымоходе не должна быть меньше значения $1,2 m \cdot s^{-1}$ и больше значения $6 m \cdot s^{-1}$. При прямоугольном канале соотношение стенок друг к другу допустимо от 1 до 4.

4.9.4 Расчет статического сопротивления

4.9.4.1 Общее

Расчет статического сопротивления при подаче воздуха для горения, в канале дымооборота, в соединительном элементе и дымоходе выполняется следующим образом по аналогии с EN 13384-1:

$$p_R = \frac{\lambda_f \times p_d \times L}{D_h} \tag{25}$$

В котором

- p_r статическое сопротивление в Pa;
- p_d динамическое сопротивление в Pa;
- λ_f коэффициент трения в трубе;
- L длина канала воздуха для горения, или дымооборота, или дымохода в м;
- D_h гидравлическое сечение в м.

4.9.4.2 Динамические сопротивление

динамическое сопротивление рассчитывается по следующему уравнению:

$$p_d = \frac{\rho \times v^2}{2} \tag{26}$$

В котором

p_d динамическое давление в Па;

ρ плотность в $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$

v скорость потока в $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$.

4.9.4.3 Коэффициент статического сопротивления

Коэффициент статического сопротивления определяется следующим уравнением приближения:

$$\lambda_f = \frac{1}{1,14 + 2,0 \times \lg \frac{D_h^2}{k_f}} \quad (27)$$

В котором

λ_f коэфф. статического сопротивления

k_f высота шероховатости в м;

D_h гидравлическое сечение в м.

Высота шероховатости k_f различных материалов приведена в таблице 2.

Таблица 2 — данные для k_f

| Материал | Высота шероховатости k_f |
|-------------------|----------------------------|
| Шамотная труба | 0,002 |
| шамотные пластины | 0,003 |

4.9.4.4 Гидравлическое сечение

Гидравлическое сечение определяется:

$$D_h = \frac{4 \times A}{U} \quad (28)$$

В котором

D_h гидравлическое сечение в м;

A сечение потока в м^2 ;

U окружность пространства, занятого потоком в м.

4.9.5 Расчет сопротивления из-за изменения направления

Сопротивление из-за изменения направления рассчитывается путем умножения динамического давления на коэффициент сопротивления.

$$p_u = \zeta \times p_d \tag{29}$$

В котором

- p_u сопротивление из-за изменения направления в Pa;
- ζ коэф. сопротивления в результате изменения направления;
- p_d динамическое давление в Pa.

Для стандартных форм коэффициент сопротивления может быть взят из таблицы 3. Указанный угол устанавливается между предполагаемым удлинением элемента и реальным каналом.

Таблица 3 — коэффициент сопротивления для стандартных элементов теплоемкой печи

| Угол | ζ -коэфф. |
|---|-----------------|
| угол 10° | 0,1 |
| угол 30° | 0,2 |
| угол 45° | 0,4 |
| скруглённый элемент 60° | 0,7 |
| угол 60° | 0,8 |
| угол 90° | 1,2 |
| угол 180° - фиктивное значение для линейной интерполяции промежуточных значений | 2,4 |

Промежуточные значения интерполируются линейно.

Если отрезок дымооборота короче гидравлического сечения (короткий участок дымооборота: $L < D_h$), то два отвода, обусловленные этим, не полностью реализуются с точки зрения сопротивления. Таким образом, для расчета двух значений сопротивления выполняется следующее:

$$\zeta_1 = \zeta_{\alpha_1} + \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} \times (\zeta_{\alpha_3} - \zeta_{\alpha_2} - \zeta_{\alpha_1}) \times \left(1 - \frac{L_z}{D_h}\right) \tag{30}$$

$$\zeta_2 = \zeta_{\alpha_2} + \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \times (\zeta_{\alpha_3} - \zeta_{\alpha_2} - \zeta_{\alpha_1}) \times \left(1 - \frac{L_z}{D_h}\right) \tag{31}$$

В котором

- D_h гидравлическое сечение в м;
- L_z длина канала дымооборота в ;
- α_1 угол между предполагаемым удлинением и реальным элементом короткого канала в °;

α_2 угол между предполагаемым удлинением короткого канала и реальным участком дымообрата в °;

ζ_1 модифицированный коэфф. сопротивления для α_1 ; ζ_2

ζ_2 модифицированный коэфф. сопротивления для α_2 ;

ζ_{α_1} коэфф. сопротивления для α_1 ;

ζ_{α_2} коэфф. сопротивления для α_2 ;

ζ_{α_3} коэфф. сопротивления для α_3 , при этом α_3 представляет собой угол между

предполагаемым удлинением канала до короткого участка и каналом после короткого участка.

4.10 Эксплуатационный контроль

4.10.1 Условия давления

При номинальной нагрузке следует сравнить сумму всех постоянных давлений (p_h) с суммой всех сопротивлений (p_r, p_u).

Расчет следует производить по разделам, начиная с подачи воздуха для горения и закачивая выходом из дымохода. При расчете следует использовать состояния (температура, скорость) в центре (половине длины) данного отрезка.

Следующее условие должно быть выполнено:

$$\sum p_r + \sum p_u \leq \sum p_h \leq 1,05 \times (\sum p_r + \sum p_u) \quad (32)$$

В котором

$\sum p_r$ сумма всех сопротивлений в результате трения в Pa;

$\sum p_u$ сумма всех сопротивлений в результате перемены направления в Pa;

$\sum p_h$ сумма всех постоянных давлений в Pa.

4.10.2 Условие точки росы

При номинальной мощности сравнивается температура на внутренней стенке выхода из дымохода с температурой точки росы дымовых газов.

Должно быть выполнено следующее условие:

$$t_{i,2} \geq 45 \quad (33)$$

В котором

$t_{i,2}$ температура на внутренней стенке выхода из дымохода в °C.

Для расчета принимается температура точки росы (отличная от EN 13384-) 45 °C. Температуру на внутренней стенке на выходе из дымохода определить согласно EN 13384-1. В отличие от EN 13384-1, условие точки росы проверяется только при номинальной мощности.

4.10.3 Технический КПД η

Расчет технического КПД η происходит по уравнению ниже:

$$\eta = 101,09 - 0,094 \times t_F - 6,275 \times 10^{-6} \times t_F^2 - 3,173 \times 10^{-9} \times t_F^3 \quad (34)$$

В котором

η технический КПД;

t_F расчетная температура для технического КПД в °C.

Под расчётной температурой для КПД t_F понимается температура на входе в соединительный элемент. Если соединительный элемент выполнен из керамики (керамическая труба), то это та температура, которая измеряется на расстоянии до 50 см от выхода из очага и между стенкой дымооборота.

ПРИМЕЧАНИЕ Для расчета технического КПД принимаются следующие предположения: содержание углерода в древесине 38 % по массе, водорода в древесине 5% по массе, содержание воды в древесине 17% по массе, температура воздуха в помещении 20 °C, концентрация окись углерода 0,1% объема, концентрация углекислого газа 7,05% объема, Теплотворная способность безводной древесины 18 500 kJ/kg и состав коры и гнили 0% по массе.

4.10.4 Расчет значений дымовых газов на основании 3х данных

Температура выходящих газов, это температура на выходе из дымохода, рассчитанная по 4.8.3, учитывая полную длину канала дымохода. Масса дымовых газов рассчитана в соответствии с 4.6.4. Для необходимой тяги учитываются все потери и приросты, начиная с подачи воздуха в тепломую печь, топку и до последнего канала дымооборота. Необходимая тяга высчитывается из суммы всех сопротивлений - вследствие перемены направления (p_u) и вследствие трения (p_r) и вычетом всех приростов давления за счет постоянного давления (p_h).

Библиография

EN 13229, *Kamineinsätze einschließlich offene Kamine für feste Brennstoffe — Anforderungen und Prüfungen*

EN 15250, *Speicherfeuerstätten für feste Brennstoffe — Anforderungen und Prüfverfahren*

EN 16510-2-2, *Häusliche Feuerstätten für feste Brennstoffe — Teil 2-2: Kamineinsätze einschließlich offene Kamine*

EN 16510-2-5, *Häusliche Feuerstätten für feste Brennstoffe — Teil 2-5: Speicherfeuerstätten*

ÖNORM B 8303, *Bemessung von Kachelöfen — Prüfungen*

Erläuterungen zu diesem Entwurf

Der vorliegende Entwurf einer Europäischen Norm **EN 15544** wurde den CEN-Mitgliedern zur Abstimmung vorgelegt. Im Falle eines positiven Abstimmungsergebnisses im Sinne der CEN/CENELEC-Regeln wird dieser Entwurf zu einer EN führen.

Wie alle Mitgliedsorganisationen des CEN ist Austrian Standards International verpflichtet, Europäische Normen in das nationale Normenwerk zu übernehmen und entgegenstehende Normen zurückzuziehen.

Austrian Standards International legt hiermit diesen Entwurf eines europäischen Normungsdokumentes der Öffentlichkeit zur Information und Stellungnahme als ÖNORM-Entwurf vor.

Stellungnahmen zu diesem Entwurf

Nachfolgend finden Sie praktische Hinweise, die bei der Gestaltung und Zusendung von Stellungnahmen und Änderungsvorschlägen zu berücksichtigen sind:

Vorlage Verwenden Sie für Ihre Stellungnahmen/Änderungsvorschläge bitte das entsprechende Formular im Internet. Download unter <http://www.austrian-standards.at/Stellungnahme/> oder verwenden Sie das Normen-Entwurf-Portal unter <http://www.austrian-standards.at/Normen-Entwurf-Portal/>

Gliederung Kommentare zu einzelnen Abschnitten oder Punkten des Entwurfs sind in getrennten Zeilen anzuführen. Dies erleichtert die Zuordnung der eingelangten Stellungnahmen zu den einzelnen Abschnitten.

Sprache **Fachliche** Stellungnahmen zu Europäischen Normen sind möglichst **in englischer Sprache** zu verfassen, da Englisch in den meisten europäischen Normungsgremien die gemeinsame Arbeitssprache ist. **Redaktionelle bzw. sprachliche** Änderungs-/Verbesserungsvorschläge zu **deutschsprachigen Fassungen** Europäischer Normen können in deutscher Sprache verfasst werden.

Schrift/Formatierung Für die Kommentare ist die voreingestellte Schriftart „**Arial**“ mit **9 pt** Schriftgrad zu verwenden. Formate bitte **nicht ändern**.

Zusendung Die Stellungnahmen können entweder per **E-Mail** an den zuständigen Komitee-Manager (f.moya@austrian-standards.at) oder über das Normen-Entwurf-Portal <http://www.austrian-standards.at/Normen-Entwurf-Portal/> innerhalb der Stellungnahmefrist übermittelt werden.

Patentrechtliche Aspekte Empfänger dieses ÖNORM-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die Sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.