



# Подвод воздуха на горение в источниках тепла ручной сборки

Рудольф Хазельбёк



Mitglied bei: **ACR** AUSTRIAN COOPERATIVE RESEARCH  
KOOPERATION MIT KOMPETENZ



klima:aktiv  
partner



**V F H**  
VERSUCHS- UND  
FORSCHUNGSANSTALT  
DER HAFNER

## Обзор

- Для чего нужно подводить воздух на горение извне
- Примеры подвода воздуха извне
- Требования к воздуху на горение
- Потери давления через рамки дверец
- Особенности конструкции
- Точка росы и изоляция
- Расчёт размеров пропускных отверстий



# Подвод воздуха на горение

- Для чего нужно подводить воздух на горение извне
  - Ранее: большое количество утечек через ограждающие конструкции здания → требуемое количество воздуха на горение не проблема
  - Сегодня: хорошо изолированные ограждающие конструкции
- Открытое окно приводит к значительным потерям энергии!
- В современных домах воздух на горение по возможности всегда должен подводиться извне!



# Подвод воздуха на горение

Подвод воздуха на горение извне через:  
каналы в конструкции пола  
Пример исполнения:



Mitglied bei: **ACR** AUSTRIAN COOPERATIVE RESEARCH  
KOOPERATION MIT KOMPETENZ



klima:aktiv  
partner



**VFH**  
VERSUCHS- UND  
FORSCHUNGSANSTALT  
DER HAFNER

# Подвод воздуха на горение

Подвод воздуха на горение извне через:  
шахту приточного воздуха,  
интегрированную в дымоходную систему  
Пример исполнения:



Mitglied bei: **ACR** AUSTRIAN COOPERATIVE RESEARCH  
KOOPERATION MIT KOMPETENZ



klima:aktiv  
partner



**VFH**  
VERSUCHS- UND  
FORSCHUNGSANSTALT  
DER HAFNER

# Подвод воздуха на горение



- Какой расход воздуха на горение требуется в кафельной печи?
  - Минимальная потребность в воздухе:  $4 \text{ м}^3$  воздуха на 1 кг древесины
  - Коэффициент избытка воздуха: порядка 3
  - Фактическая потребность в воздухе:  $12 \text{ м}^3$  воздуха на 1 кг древесины
  - При расходе топлива 10 кг/ч  $\rightarrow$  расход воздуха на горение составит порядка  $120 \text{ м}^3/\text{ч}$
  - Скорость потока воздуха на горение =  
Объемный расход воздуха / Площадь сечения  
(при  $d=10 \text{ см}$ ,  $120 \text{ м}^3/\text{ч} \rightarrow 4,2 \text{ м/с}$ )



# Подвод воздуха на горение



- Объемный расход воздуха на горение при 12-и часовом номинальном времени нагрева:

Номинальная мощность	Максимальное количество топлива	Объёмный расход воздуха на горение	Скорость для трубы $\varnothing$ 10	Скорость для трубы $\varnothing$ 15
кВт	кг	м <sup>3</sup> /с	м/с	м/с
1,6	6,0	56	2,0	0,9
2,0	7,4	69	2,4	1,1
2,5	9,2	86	3,1	1,4
3,0	11,1	104	3,7	1,6
3,5	12,9	121	4,3	1,9
4,0	14,8	138	4,9	2,2
5,0	18,5	173	6,1	2,7
6,0	22,2	207	7,3	3,3
7,0	25,8	242	8,6	3,8
8,0	29,5	276	9,8	4,3
9,0	33,2	311	11,0	4,9
10,0	36,9	346	12,2	5,4



Mitglied bei: **ACR** AUSTRIAN COOPERATIVE RESEARCH  
KOOPERATION MIT KOMPETENZ



klima:aktiv  
partner

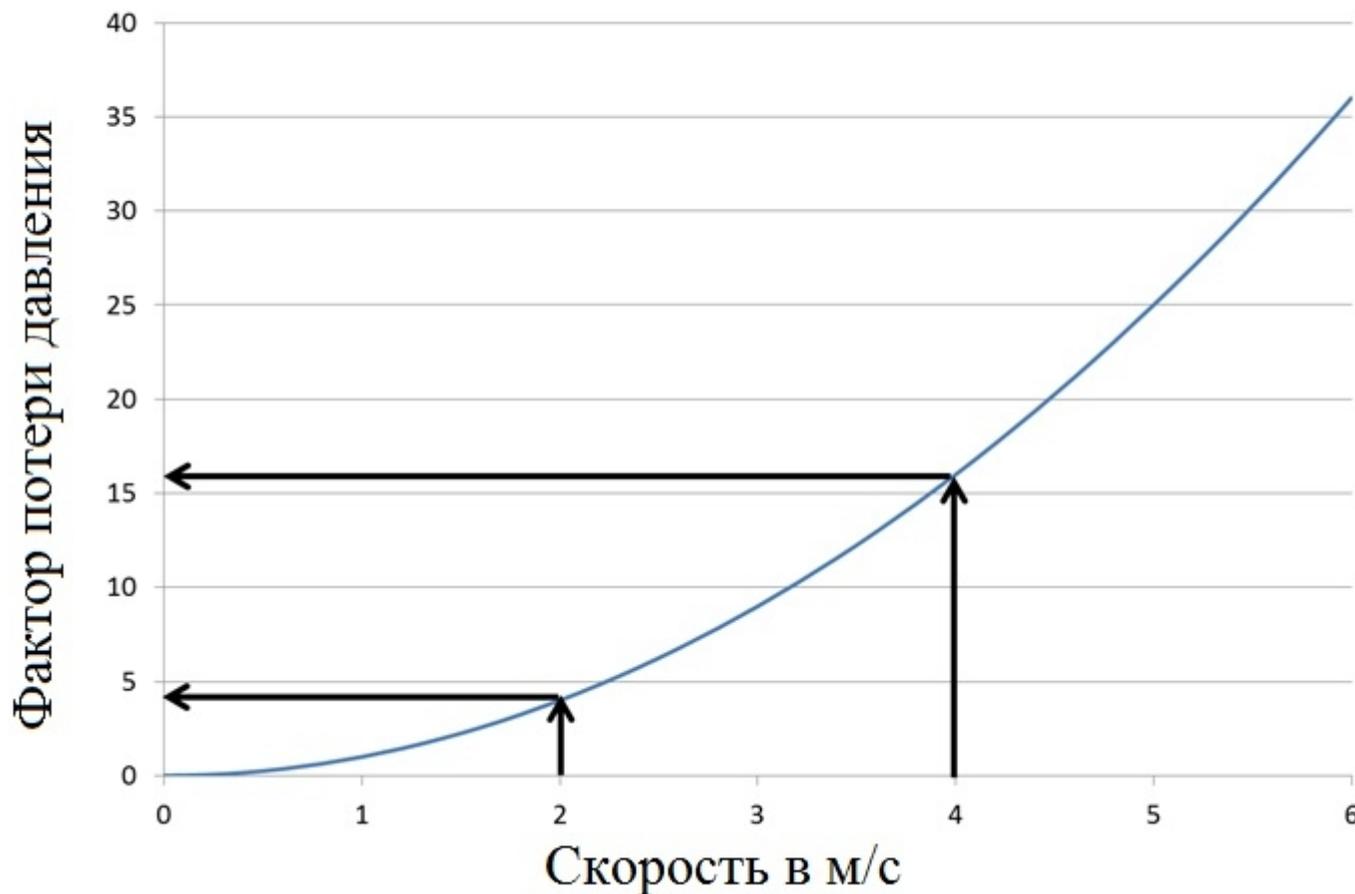


**V F H**  
VERSUCHS- UND  
FORSCHUNGSANSTALT  
DER HAFNER

# Подвод воздуха на горение



Зависимость скорости от потерь давления



Mitglied bei: **ACR** AUSTRIAN COOPERATIVE RESEARCH  
KOOPERATION MIT KOMPETENZ



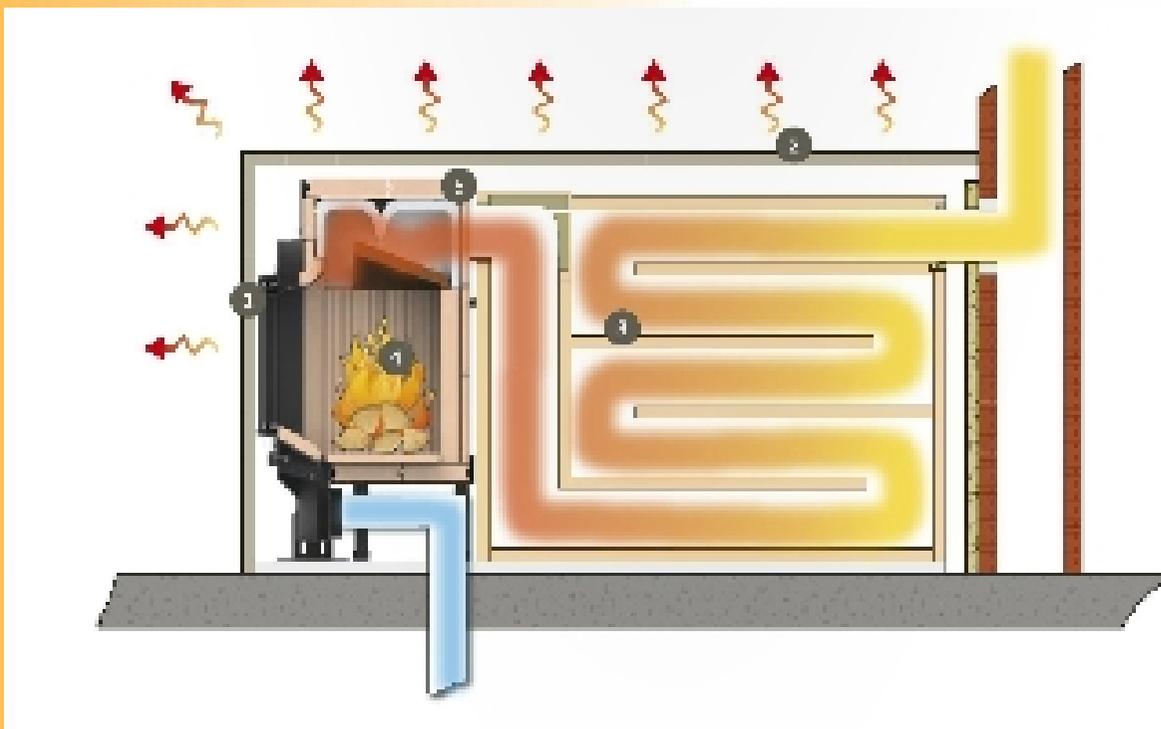
klima:aktiv  
partner



**VFH**  
VERSUCHS- UND  
FORSCHUNGSANSTALT  
DER HAFNER



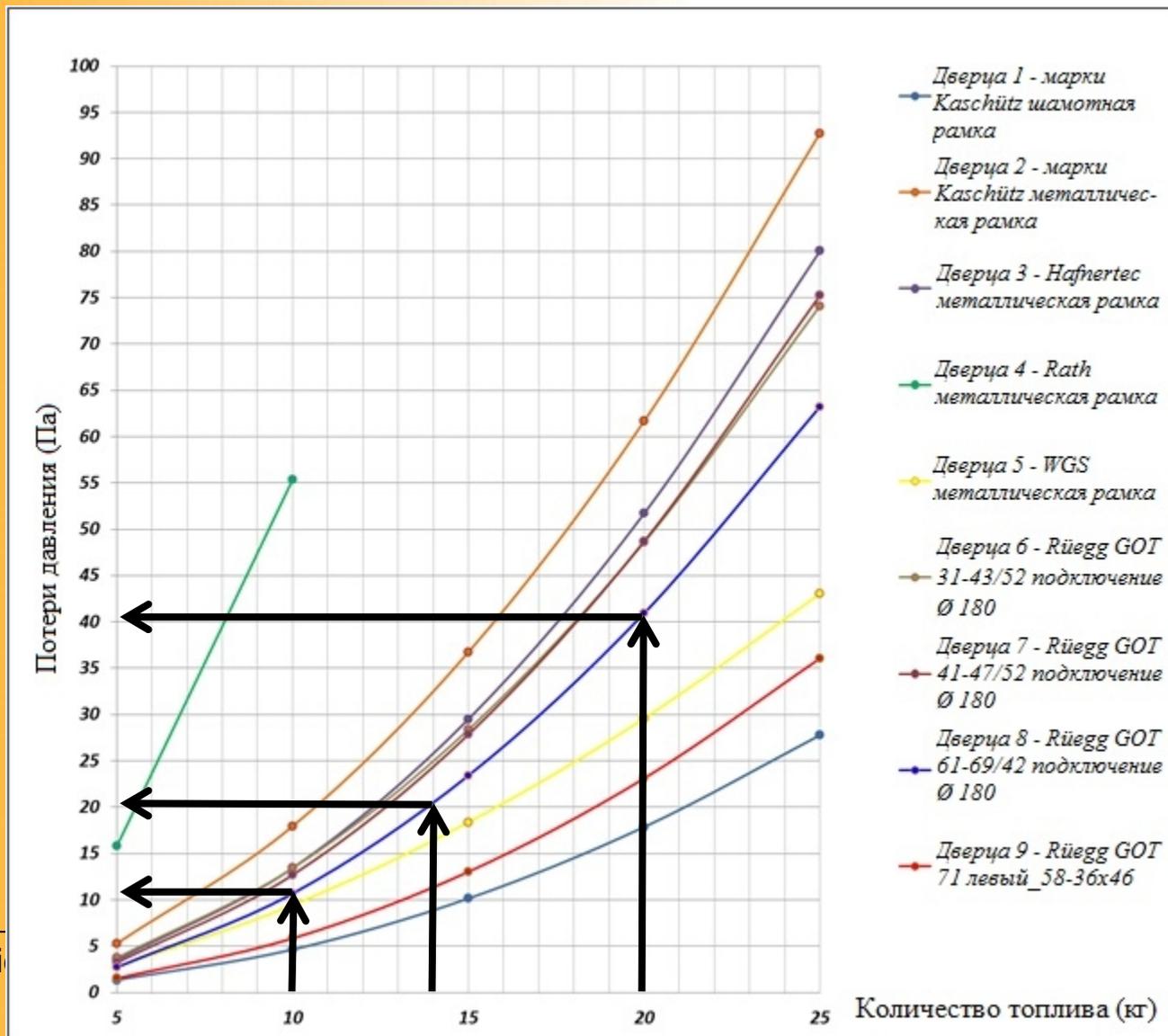
- **Пример: потери давления через рамку дверцы с подводом воздуха на горение**



- **Пример: потери давления через рамку дверцы с подводом воздуха на горение**



• Пример: потери давления через рамку дверцы с подводом воздуха на горение



Mitgli



# Подвод воздуха на горение



- Предполагаемые размеры живого сечения для подвода воздуха на горение (кафельная печь)

Максимальное количество топлива (кг)	Требуемое сечение A для скорости $V > 2$ м/с (см <sup>2</sup> )	Предполагаемый диаметр трубы (мм)	Действительное сечение A (см <sup>2</sup> )	Предполагаемые размеры прямоугольного сечения (мм)	
				h	b
5	70	100	79	80	90
6	84	100	79	80	110
7	98	125	123	80	130
8	112	125	123	80	150
9	127	140	154	80	170
10	141	140	154	80	190
11	155	150	177	80	210
12	169	150	177	80	230
13	183	160	201	80	260
14	197	160	201	80	280
15	211	180	254	80	300



# Подвод воздуха на горение



- Предполагаемые размеры живого сечения для подвода воздуха на горение (кафельная печь)

Максимальное количество топлива (кг)	Предполагаемые размеры прямоугольного сечения (мм)		Предполагаемые размеры прямоугольного сечения (мм)		Предполагаемые размеры прямоугольного сечения (мм)	
	h	b	h	b	h	b
5	40	210	60	130	100	80
6	40	260	60	150	100	90
7	40	310	60	180	100	110
8	40	360	60	210	100	120
9	40	420	60	240	100	140
10	40	470	60	270	100	150
11	40	530	60	300	100	170
12	40	590	60	340	100	180
13	-	-	60	370	100	200
14	-	-	60	400	100	210
15	-	-	60	440	100	230



## Подвод воздуха на горение

- Потери давления растут пропорционально квадрату скорости потока!
- Сечение рассчитывайте настолько большим, насколько это возможно!
- Избегайте сужения сечения! Сужение может вызвать намного большие потери давления, чем во всём воздуховоде!
- Сравнение касательно сужения:
  - Печь рассчитана на сечение  $d = 18$  см
  - Печь установлена с сечением  $d = 10$  см
  - Печь не будет функционировать!



# Подвод воздуха на горение

- Особенности конструкции
  - Материалы
    - полимеры
    - металл
    - дерево
    - керамические материалы
    - бетон
    - газобетон
  - При монтаже должны быть соблюдены требования по несущей способности и противопожарной защите!



# Подвод воздуха на горение

- Особенности конструкции
  - Изоляция канала для подачи воздуха на горение
    - Цель: избежать образования конденсата на внешней поверхности
    - Условие выполнения: температура внешней поверхности  $>$  температуры точки росы
    - Температура точки росы: зависит от относительной влажности воздуха и температуры в помещении
    - Температура внешней поверхности: определяется расчётом (или в соответствии с техническим паспортом) → Изоляция является самым важным фактором!

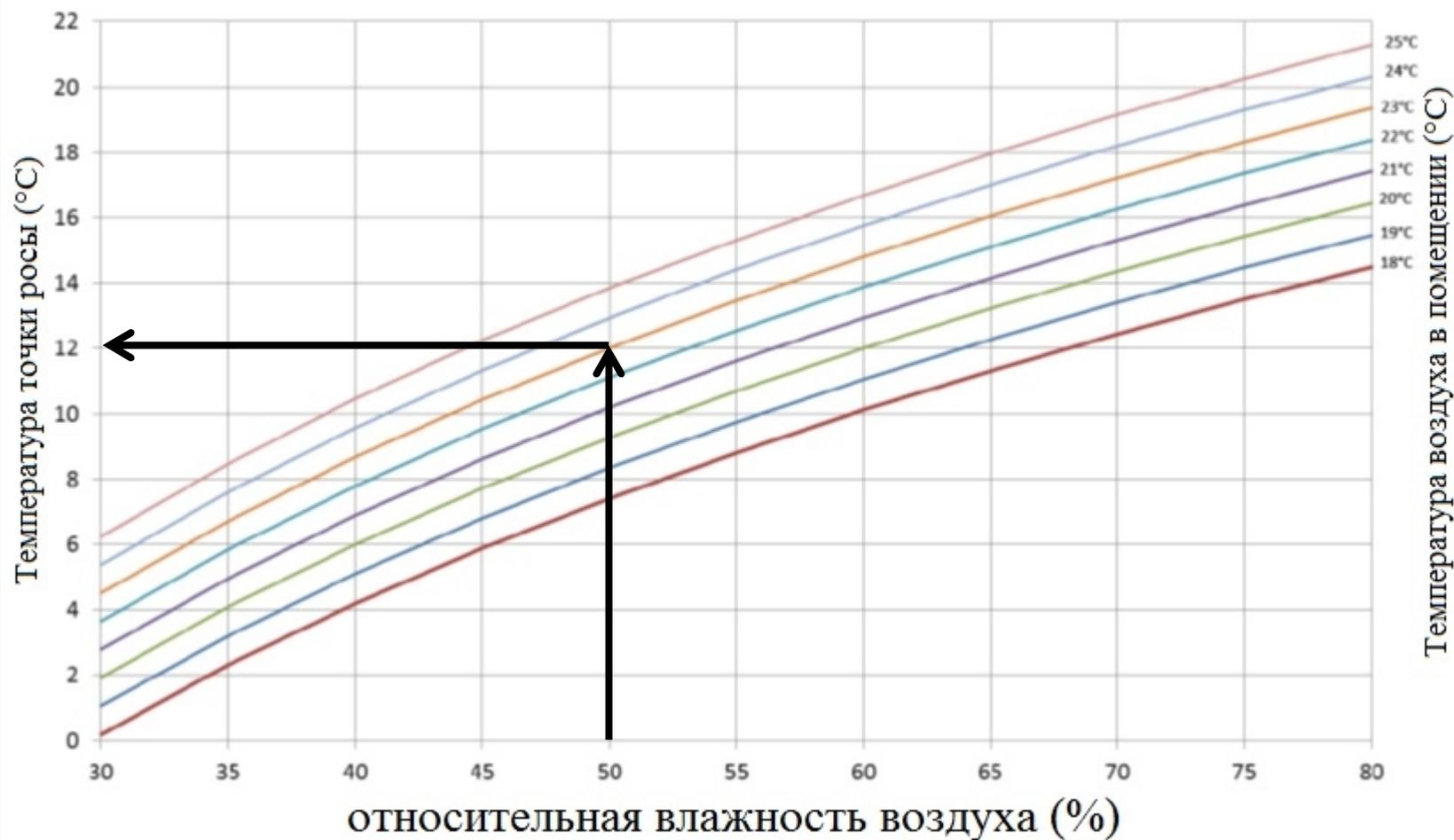


# Подвод воздуха на горение

- Определение точки росы



График температуры точек росы



Температура воздуха в помещении (°C)



## Подвод воздуха на горение



- Пример (расчёт в соответствии с технической информацией)
  - Материал канала = алюминий (толщина = 1 мм, теплопроводность = 220 Вт/мК)
  - Изоляция с теплопроводностью 0,04 Вт/мК

Толщина изоляции	Температура внешней поверхности (°C)		
	Температура воздуха на горение = 0 °C	Температура воздуха на горение = -5 °C	Температура воздуха на горение = -10 °C
0 см	1,70	-2,92	-7,55
1 см	15,53	13,91	12,29
2 см	18,47	17,49	16,50
3 см	19,75	19,05	18,34
4 см	20,47	19,92	19,37
5 см	20,92	20,47	20,02



# Подвод воздуха на горение

- Предложение по величине изоляции
  - Слой толщиной 2 см при теплопроводности 0,04 Вт/мК, как правило, является достаточным
  - Теплопроводностью 0,04 Вт/мК обладают
    - Минеральная вата
    - Вспененные продукты (например, Thermaflex)
    - Изоляция из полистерола
  - Изоляция в любом случае должна быть паронепроницаемой!
  - При очень высокой относительной влажности воздуха толщину слоя изоляции следует определить расчётом.



# Подвод воздуха на горение

- Эквивалентные толщины материалов (для алюминиевой трубы с изоляцией)



Материал	Коэффициент теплопроводности $\lambda$	Изоляция 1 см ( $\lambda = 0,04$ Вт/мК)	Изоляция 2 см ( $\lambda = 0,04$ Вт/мК)	Изоляция 3 см ( $\lambda = 0,04$ Вт/мК)	Изоляция 4 см ( $\lambda = 0,04$ Вт/мК)	Изоляция 5 см ( $\lambda = 0,04$ Вт/мК)
		Сравнимые толщины				
	Вт/мК	см	см	см	см	см
Дрова	0,17	4,3	8,5	12,8	17,0	21,3
Кирпич	0,70	17,5	35,0	52,5	70,0	87,5
Печной шамот	0,93	23,3	46,5	69,8	93,0	116,3
Бетон	2,10	52,5	105,0	157,5	210,0	262,5
Пористый бетон (700 кг/м <sup>3</sup> )	0,20	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
Силикат кальция	0,06	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5
Вермикулит	0,14	3,5	7,0	10,5	14,0	17,5

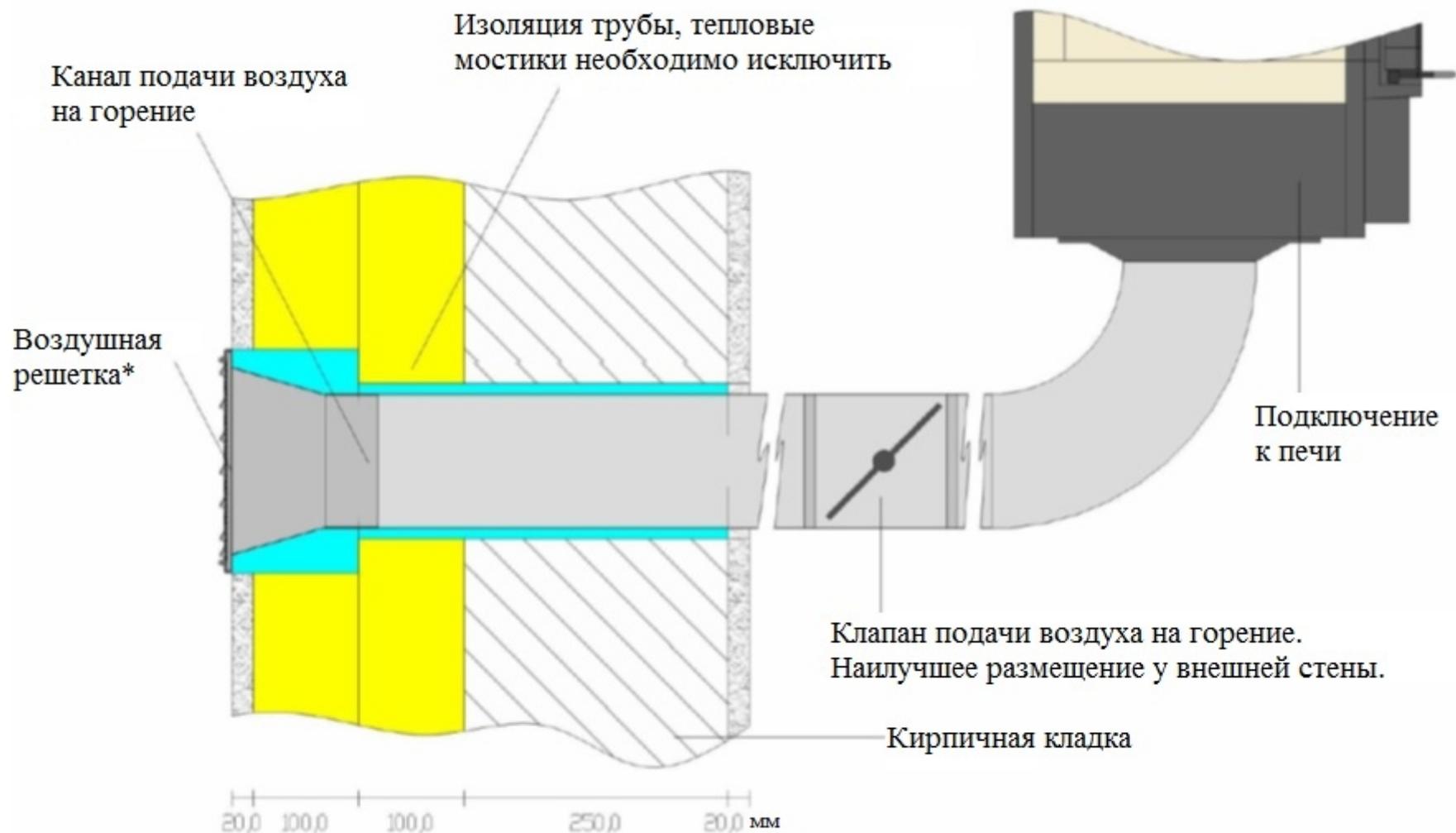


# Подвод воздуха на горение

- Особенности конструкции
  - Клапан подачи воздуха на горение
    - Плотно закрывающийся клапан, который перекрывает канал подачи воздуха после сгорания топлива, обязателен к установке!
    - Не существует обязательного условия, где разместить этот клапан: в конце канала подачи воздуха на горение, или в месте подсоединения канала к печи, однако, размещение клапана ближе ко внешней стене здания, является предпочтительным.



# Подвод воздуха на горение



\* Воздушная решетка должна иметь по возможности одинаковое живое поперечное сечение с каналом подачи воздуха на горение, чтобы поддерживать потери давления на минимальном уровне.

# Современная программа для расчёта кафельной печи – подвод воздуха на горение



Neu  
Speichern  
Speichern unter  
Öffnen  
Optionen  
Beenden

Bearbeiten  
Projektangaben  
Schornstein

Brennraum  
Zuluft

Zuglängen

Ergebnisse  
Materialliste  
Drucken

- Lüftungsverbund (Aufstellraum ohne Zuluftöffnung)
- manuelle Eingabe
- Zuluftleitungen

Zuluft eingeben/bearbeiten

Notwendiger Förderdruck für die Zuluft

0,0 Pa

Zuluft Türzarge

Zuluft Türzarge auswählen



Mitglied bei:  AUSTRIAN COOPERATIVE RESEARCH  
KOOPERATION MIT KOMPETENZ



klima:aktiv  
partner



  
VERSUCHS- UND  
FORSCHUNGSANSTALT  
DER HAFNER

# Ориентировочный расчёт

Richtlinie:

wenig Umlenkungen, geringe Kaminlänge

~ 13 cm<sup>2</sup> / kg Holz

mit diesem Wert soll gerechnet werden:

~ 15-17 cm<sup>2</sup> / kg Holz

viele Umlenkungen u. lange Kaminlänge

~ 20 cm<sup>2</sup> / kg Holz

Die Druckverluste halten sich in der Korb  
in Jenseits bei Anwohler, RL.

Mitglied bei:

