



Технические правила

по проектированию, определению размеров и монтажу

**конвекционных печей,
кафельных и оштукатуренных печей,
источников тепла для отопления двух этажей,
отопления нагретыми поверхностями, гипокауста,
теплоаккумулирующих печей,
открытых каминов, закрытых каминов,
очагов, хлебопекарных печей**

ZVSHK – **TR OL 2006**

Профессиональные правила строительных работ по печам и воздушному отоплению
TR-OL 2006, Выпуск 2/2007

Предыдущее издание:
Профессиональные правила строительных работ по кафельным печам и воздушному отоплению
Технические правила KL4/96

Период одновременного действия обоих документов:
2/2007 до 12/2007

2007 Zentralverband Sanitär Heizung Klima, Rathausallee 6, 53757 St. Augustin

Официальный перевод на русский язык выполнен
Некоммерческим Партнерством "Альянс. Печных Дел Мастера."
Москва, 2014 год

Предисловие

Профессиональные правила строительных работ по кафельным печам и воздушному отоплению, действовавшие с 1996 года, стали в этой сфере деятельности неким фундаментальным и всеобъемлющим сводом правил. В том числе и потому, что лишь немногие профессиональные сообщества имеют право назвать действующие директивные документы своими собственными, что и придаёт этому документу такое большое значение в профессиональном сообществе.

Специалист печного и воздушного отопления – это единственный в своём роде профессионал, который не только сам своими руками строит источники тепла на любом типе топлива, но и сам разрабатывает, рассчитывает, проектирует, согласовывает и обслуживает их. Понятно, что в такой сфере деятельности особенно необходим обширный и многогранный свод правил, обеспечивающий достаточную функциональную и эксплуатационную безопасность источников тепла различных строительных типов.

Эти технические правила считаются с точки зрения строительного права общепризнанными правилами техники и зодчества, на основании которых разрабатывались соответствующие требования со стороны строительного надзора Федерального строительного законодательства, а также предписаний, созданных на основании этого закона.

Точно также требования данных технических правил имеют силу при производстве соответствующей строительной продукции и строительных конструкций, и выполняются посредством внесения оформленных документов в правила собственного производственного контроля качества, подтверждающих выполнение требований правил.

Содержание

Страница

1. Сфера применения и использования	15
1.1 Сводные данные	16
1.1.1 Матрица, кафельные/оштукатуренные печи	16
1.1.2 Матрица, открытые/закрытые камины	17
1.1.3 Матрица, отопление нагретыми поверхностями	18
1.1.4 Матрица, очаги/хлебопекарные печи	19
1.2 Нормативные ссылки	20
2. Термины и определения	
2.1 Строительные типы, обозначения	23
2.1.1 Кафельная/оштукатуренная печь	23
2.1.1.1 Теплоаккумулирующая печь	23
2.1.1.2 Конвекционная печь	23
2.1.1.3 Воздушное отопление с естественной циркуляцией	24
2.1.1.4 Источник тепла для отопления двух этажей	24
2.1.2 Открытый камин/закрытый камин	24
2.1.2.1 Открытый камин, строительный тип А	24
2.1.2.2 Открытый камин, строительный тип В	24
2.1.2.3 Закрытый камин	25
2.1.2.4 Кафельный камин	25
2.1.3 Отопление нагретыми поверхностями	25
2.1.3.1 Гипокауст	25
2.1.3.2 Нагрев поверхности горячей водой	25
2.1.3.3 Электрическое панельное отопление	25
2.1.4 Очаг	26
2.1.4.1 Очаг-стол	26
2.1.4.2 Очаг-обогреватель	26
2.1.4.3 Очаг-обогреватель с развитой поверхностью	26
2.1.4.4 Очаг-обогреватель заводского изготовления с развитой поверхностью	26
2.1.4.5 Очаг с бойлером	26
2.1.5 Хлебопекарная печь	26
2.1.5.1 Теплоаккумулирующая хлебопекарная печь	27
2.1.5.2 Хлебопекарная печь постоянного горения/Хлебопекарная печь для пиццы	27
2.2 Другие термины и определения	27
3. Материалы, строительные материалы и изделия	37
3.1 Общие требования	37
3.2 Печной кафель	37
3.2.1 Обрабатываемость	38
3.2.2 Водопоглощение	38
3.2.3 Структура поверхности	38
3.2.4 Точность размеров	38
3.3 Кафельные камни	39
3.3.1 Структура	39
3.3.2 Точность размеров	39
3.4 Керамические, минеральные строительные материалы	40
3.4.1 Керамические строительные материалы	40
3.4.2 Минеральные строительные материалы	41
3.4.3 Полнотелые необожжённые глиняные камни без органических добавок	41
3.5 Штукатурка и окраска	41

3.6	Связующие материалы, материалы для швов, проволока для кламмеров	42
3.7	Изоляционные материалы и их заменители	42
3.7.1	Изоляционные материалы из каменных и шлаковых волокон	42
3.7.2	Заменители изоляционного материала	42
3.7.3	Базовые изоляционные материалы	42
3.8	Металлические стройматериалы	42
3.9	Печная топка, каминная топка, каминная кассета	43
3.9.1	Требования к строительным изделиям	43
3.9.2	Обязательные данные от производителя	43
3.10	Воздуховоды	46
3.10.1	Строительные материалы для воздуховодов	46
3.10.2	Круглые воздуховоды и фасонные элементы	46
3.10.3	Прямоугольные воздуховоды и фасонные элементы	47
3.11	Решётка для воздуха / кафель для воздуха	47
3.12	Уплотнительные материалы	47
3.13	Конструкции для подачи жидкого топлива	47
3.14	Конструкции для подачи газа	47
4	Конструкция, основные положения, общие требования	49
4.1	Требования при подготовке к строительству	49
4.2	Ориентировочное определение тепловой нагрузки	49
4.3	Защита статической устойчивости здания	50
4.4	Облицовка	50
4.5	Температуры внешних поверхностей	51
4.5.1	Температуры внешних поверхностей облицовки	51
4.5.2	Температуры поверхностей элементов обслуживания	51
4.6	Активные/неактивные внешние поверхности	52
4.7	Печной кафель	52
4.7.1	Установка кафеля	52
4.7.2	Крепление кафеля кламмерами	52
4.7.3	Заполнение кафеля	52
4.7.4	Распределение по цвету, разница в глазури, колере	52
4.8	Кафельные камни	53
4.9	Топки, собранные вручную	53
4.10	Керамические каналы для продуктов сгорания, керамические элементы, контактирующие с огнём	53
4.10.1	Конструкция и расположение	53
4.10.2	Приспособления для растопки	56
4.10.3	Байпас	56
4.11	Соединительные элементы и трубы для продуктов сгорания	56
4.12	Дроссельные устройства	57
4.13	Средства регулирования	57
4.14	Присоединение к дымовой трубе	57
4.14.1	Требования	57
4.14.2	Подключение к кирпичной дымовой трубе (без трубы внутри)	57
4.14.3	Подключение к кирпичной дымовой трубе (с трубой внутри)	58
4.14.4	Подключение к конструкции для удаления дымовых газов	58
4.15	Духовки, конструкции в потоке газов, теплоаккумулирующие отсеки	59
4.16	Решётки для воздуха и кафельные решётки для воздуха	59
4.17	Водяной теплообменник	59
4.18	Требования при контакте с пищевыми продуктами	61
4.19	Колосниковые решётки в топках ручной сборки	61
4.20	Зольный отсек в топках ручной сборки	61
4.21	Зольник в топках ручной сборки	62

5.	Подача воздуха для горения	63
5.1	Основные положения	63
5.2	Определение и проверка	63
5.3	Изоляция воздуховодов, подающих воздух на горение	64
5.4	Контроль общей требуемой тяги	64
6.	Огне- и теплозащита	65
6.1	Основополагающие требования	65
6.2	Противопожарная защита	65
6.2.1	Основополагающая и минимальная защита	65
6.2.2	Примыкающие поверхности из горючих строительных материалов	66
6.2.3	Изолированные примыкающие поверхности из горючих строительных материалов	66
6.2.4	Примыкающие поверхности из негорючих строительных материалов толщиной до 11,5 см	67
6.2.5	Примыкающие поверхности из негорючих строительных материалов толщиной более 11,5 см	68
6.2.6	Строительные конструкции рядом с источником тепла	69
6.2.7	Облицовка с точки зрения оптики и строительных элементов здания	70
6.2.8	Минимальная защита при долговременном воздействии температуры	71
6.2.9	Минимальная защита в области топочного отверстия	71
6.3	Тепловая защита	71
6.3.1	Основополагающая и минимальная защита	71
6.3.2	Внутренние стены здания	72
6.3.3	Внешние стены здания	72
6.4	Материалы и их использование	72
6.5	Активное проветривание	73
6.6	Примыкающие детали из горючих материалов	74
6.6.1	Основные положения	74
6.6.2	Карнизные балки	75
6.6.3	Деревянные скамейки с открытым пространством снизу	75
6.6.4	Деревянные сиденья	76
6.7	Защита в зоне передачи тепла излучением	76
6.8	Защита в зоне топочного отверстия	77
6.9	Конструкции для хранения топлива (дровницы, ящики, корзины)	77
7.	Конвекционная печь	79
7.1	Основополагающие требования	79
7.1.1	Печные топки, каминные топки, каналы для продуктов сгорания	79
7.1.2	Опорные элементы топки и основание	80
7.1.3	Расстояние от труб для продуктов сгорания и от печных топок	81
7.1.4	Установка печной или каминной топки внутри теплоаккумулирующей камеры	81
7.1.5	Использование вентиляторов и дымососов	82
7.2	Расчёт	82
7.2.1	Основные положения	82
7.2.2	Расчёт мощности	83
7.2.2.1	Схема выполнения расчёта	83
7.2.2.2	Конвективная составляющая мощности, конвективная тепловая мощность Q_{ZUL}	84
7.2.2.3	Доля мощности с фронтальной поверхности Q_{FR}	86
7.2.2.4	Мощность излучения	86
7.2.3	Расчет теплоаккумулирующей камеры	88
7.2.3.1	Объемный расход воздуха на горение / циркуляцию	88
7.2.3.2	Сечение воздуховодов приточного/циркуляционного воздуха	90

	Страница	
7.2.3.3	Сечение теплоаккумулирующей камеры	90
7.2.3.4	Расстояния внутри теплоаккумулирующей камеры	91
7.2.3.5	Иные конструкции	94
7.2.4	Расчёт керамических каналов для движения продуктов сгорания	95
7.3	Теплотехнический расчёт	95
7.3.1	Температура дымовых газов	95
7.3.1.1	Конвекционная печь с металлическими каналами для продуктов сгорания	96
7.3.1.2	Конвекционная печь с керамическими каналами для продуктов сгорания	97
7.3.2	Требуемая тяга	97
7.3.2.1	Конвекционная печь с металлическими каналами для продуктов сгорания	98
7.3.2.2	Конвекционная печь с керамическими каналами для продуктов сгорания	98
7.3.3	Массовый поток дымовых газов	100
7.3.4	Необходимый объёмный расход воздуха для горения	100
7.3.5	Условная тепловая мощность	101
8	Центральное воздушное отопление с естественной циркуляцией	103
8.1	Основополагающие требования	103
8.1.1	Основные положения	103
8.1.2	Воздуховоды и фасонные элементы	104
8.1.3	Воздушные клапаны	104
8.1.4	Отверстия для воздуха, решётки для воздуха	104
8.2	Расчёт	105
8.2.1	Основные положения	105
8.2.2	Расчёт конвекционной камеры	105
8.2.3	Расчёт распределения воздуха	105
8.2.3.1	Поперечные сечения воздушных каналов	105
8.2.3.2	Тяга, создаваемая подъёмной силой	106
8.2.3.3	Сопротивление потоку	106
8.3	Теплотехнический расчёт	107
8.3.1	Температура дымовых газов	107
8.3.1.1	Конструкции с металлическими каналами для продуктов сгорания	107
8.3.1.2	Конструкции с керамическими каналами для продуктов сгорания	107
8.3.2	Требуемая тяга	107
8.3.2.1	Конструкции с металлическими каналами для продуктов сгорания	108
8.3.2.2	Конструкции с керамическими каналами для продуктов сгорания	108
8.3.3	Массовый поток дымовых газов	108
8.3.4	Необходимый объёмный расход воздуха для горения	109
8.3.5	Условная тепловая мощность	109
9	Источники тепла для отопления двух этажей	111
9.1	Основополагающие требования	111
9.1.1	Основные положения	111
9.1.2	Проход через перекрытие	112
9.1.3	Теплоаккумулирующая камера	112
9.1.4	Каналы для движения продуктов сгорания	114
9.1.5	Труба для движения продуктов сгорания 1(восходящая труба)	114
9.1.6	Подвод воздуха	114
9.2	Расчёт	114
9.2.1	Основные положения	114
9.2.2	Расчёт теплоаккумулирующей камеры	115
9.2.3	Расчёт распределения воздуха	115
9.2.4	Расчёт керамических каналов для движения продуктов сгорания	115
9.3	Теплотехнический расчёт	115
9.3.1	Температура дымовых газов	115
9.3.2	Требуемая тяга	116
9.3.3	Массовый поток дымовых газов	116
9.3.4	Необходимый объёмный расход воздуха для горения	116
9.3.5	Условная тепловая мощность	117

10	Отопление нагретыми поверхностями	119
10.1	Основополагающие требования	119
10.1.1	Классификация	119
10.1.2	Гипокауст, основные положения	119
10.1.2.1	Используемые печные или каминные топки	119
10.1.2.2	Теплоаккумулирующая камера и распределение воздуха	120
10.1.2.3	Внешняя поверхность гипокауста	120
10.2	Расчёт	121
10.2.1	Основные положения	121
10.2.2	Расчёт теплоаккумулирующей камеры	121
10.2.3	Расчёт воздушных каналов	121
10.2.4	Тепловая мощность поверхности нагрева	121
10.2.4.1	Общая мощность источника тепла	121
10.2.4.2	Мощность поверхностей нагрева на различных участках	122
10.2.5	Расчёт керамических каналов для продуктов сгорания	124
10.3	Теплотехнический расчёт	124
10.3.1	Температура дымовых газов	124
10.3.1.1	Конструкции с металлическими каналами для продуктов сгорания	125
10.3.1.2	Конструкции с керамическими каналами для продуктов сгорания	125
10.3.2	Требуемая тяга	125
10.3.2.1	Конструкции с металлическими каналами для продуктов сгорания	125
10.3.2.2	Конструкции с керамическими каналами для продуктов сгорания	126
10.3.3	Массовый поток дымовых газов	126
10.3.4	Необходимый объёмный расход воздуха для горения	126
10.3.5	Условная тепловая мощность	127
11	Теплоаккумулирующая печь	129
11.1.1	Основополагающие требования	129
11.1.1	Основные положения	129
11.1.2	Выполнение индивидуальной топки	130
11.1.3	Каналы для движения продуктов сгорания	130
11.1.4	Дверца топки	131
11.1.5	Ниши и плиты для подогрева	131
11.2	Расчёт	131
11.2.1	Основные положения	131
11.2.2	Схема выполнения расчёта	132
11.2.3	Виды конструкций	133
11.2.4	Расчёт мощности	134
11.2.4.1	Тепловая мощность	134
11.2.4.2	Активная внешняя поверхность нагрева	134
11.2.4.3	Необходимое количество топлива	134
11.2.4.4	Расход топлива	135
11.2.5	Расчёт топки	135
11.2.5.1	Внутренняя поверхность топки	135
11.2.5.2	Площадь горения	136
11.2.5.3	Площадь, занятая золой	136
11.2.5.4	Высота топки	137
11.2.5.5	Каналы для движения продуктов сгорания	137
11.3	Теплотехнический расчёт	137
11.3.1	Температура дымовых газов	138
11.3.2	Требуемая тяга	138
11.3.3	Массовый поток дымовых газов	139
11.3.4	Необходимый объёмный расход воздуха на горение	139
11.3.5	Условная тепловая мощность	140

12	Открытый камин, отопительный камин	141
12.1	Основополагающие требования	141
12.1.1	Основные положения	141
12.1.2	Подача воздуха для горения	143
12.1.3	Запорные устройства в газовом тракте	143
12.1.4	Особые требования для открытых каминов строительного типа В	143
12.1.5	Декоративное газовое пламя в открытых каминах строительного типа В	144
12.2	Расчёт	144
12.2.1	Основные положения	144
12.2.2	Расчёт топки камина строительного типа В	145
12.2.3	Расчёт каналов для продуктов сгорания	145
12.3	Теплотехнический расчёт	145
12.3.1	Температура дымовых газов	146
12.3.1.1	Камины, эксплуатируемые как открытые	146
12.3.1.2	Камины, эксплуатируемые как закрытые, закрытые камины	146
12.3.1.3	Закрытые камины с керамическим каналами для продуктов сгорания по TR OL	146
12.3.2	Требуемая тяга	147
12.3.2.1	Открыто эксплуатируемые камины строительного типа А	147
12.3.2.2	Открыто эксплуатируемые камины строительного типа В	147
12.3.2.3	Закрытые камины без каналов или с заданными каналами	152
12.3.2.4	Закрытые камины с каналами для продуктов сгорания по TR OL	152
12.3.3	Массовый поток дымовых газов	152
12.3.3.1	Камины, эксплуатируемые как открытые	153
12.3.3.2	Камины, эксплуатируемые как закрытые, закрытые камины	153
12.3.4	Необходимый объёмный расход воздуха на горение	153
12.3.4.1	Камины, эксплуатируемые как открытые	153
12.3.4.2	Камины, эксплуатируемые как закрытые, закрытые камины	154
12.3.5	Условная тепловая мощность	154
12.3.5.1	Камины, эксплуатируемые как открытые	154
12.3.5.2	Камины, эксплуатируемые как закрытые, закрытые камины	155
13	Очаг	157
13.1	Основополагающие требования	157
13.1.1	Строительные элементы, материалы	157
13.1.2	Строительная высота, цоколь	157
13.1.3	Дверцы топки и загрузочное отверстие	157
13.1.4	Установка колосниковой решётки, летняя и зимняя эксплуатация	158
13.1.5	Варочная поверхность и варочная плита	158
13.1.6	Духовка/пластина для выпечки, дверцы	159
13.1.7	Технические условия выполнения конструкции	159
13.1.8	Прокладка каналов	160
13.1.9	Прочие приспособления и встраиваемые элементы	161
13.1.10	Функциональные свойства	161
13.1.10.1	Время разогрева и пригодность для варки	161
13.1.10.2	Пригодность для выпечки и жарки	161
13.1.10.3	Отопительная мощность, мощность ГВС	162
13.2	Расчёт	162
13.2.1	Основные положения	162
13.2.2	Расчёт топки и каналов	162
13.2.2.1	Площадь колосниковой решётки	163
13.2.2.2	Канал под варочной плитой	163

13.2.2.3	Последующие каналы	163
13.2.2.4	Размеры колосниковой решётки и высота топки очага с бойлером	164
13.2.3	Определение мощности	164
13.2.3.1	Общая необходимая мощность	164
13.2.3.2	Расход топлива	165
13.2.3.3	Номинальная мощность	165
13.2.4	Тепловая мощность очага для обогрева помещения	165
13.3	Теплотехнический расчёт	166
13.3.1	Температура дымовых газов	166
13.3.2	Требуемая тяга	167
13.3.3	Массовый поток дымовых газов	167
13.3.3.1	Для отопительно-варочных печей с очагом ручной сборки	167
13.3.3.2	Для очага-обогревателя с развитой поверхностью нагрева и очагом заводского изготовления	168
13.3.4	Необходимый объёмный расход воздуха для горения	168
13.3.5	Условная тепловая мощность	168
14	Хлебопекарные печи	169
14.1	Основополагающие требования	169
14.1.1	Классификация	169
14.1.1.1	Теплоаккумулирующие хлебопекарные печи	170
14.1.1.2	Хлебопекарные печи постоянного нагрева, хлебопекарные печи для пиццы	170
14.1.1.3	Хлебопекарные печи, нагреваемые электричеством или газом	170
14.1.2	Своды топок хлебопекарных печей	170
14.1.3	Поверхность пода хлебопекарных печей	171
14.1.4	Дверца, клапан, зольник, каналы хлебопекарных печей	171
14.2	Расчёт	171
14.2.1	Основные положения	171
14.2.2	Хлебопекарные печи и теплоаккумулирующая масса	172
14.2.3	Расход топлива	172
14.2.3.1	Для теплоаккумулирующих хлебопекарных печей	172
14.2.3.2	Для хлебопекарных печей постоянного нагрева	173
14.2.4	Расчёт размеров каналов хлебопекарных печей	174
14.3	Теплотехнический расчёт	175
14.3.1.	Температура дымовых газов	175
14.3.2	Требуемая тяга	175
14.3.3	Массовый поток дымовых газов	176
14.3.4	Необходимый объёмный расход воздуха для горения	176
14.3.5.1	Условная тепловая мощность	177
15	Расчёт керамических каналов для продуктов сгорания	179
15.1	Основные положения	179
15.2	Расчёт при помощи диаграмм	179
15.3	Упрощенные методы расчёта	188
15.3.1	Основные условия	188
15.3.2	Схема выполнения расчёта	189
15.3.3	Расчёт каналов для продуктов сгорания (длина и сечение)	190
15.3.3.1	Размерный коэффициент f_{AL}	190
15.3.3.2	Коррекция размерного коэффициента f_{AL}	192
15.3.3.3	Минимальная длина канала $L_{Z,min}$	193
15.3.3.4	Максимальная длина канала $L_{Z,max}$	193
15.3.3.5	Фактическая длина канала L_Z	194
15.3.3.6	Поперечное сечение канала A_Z	194
15.3.3.7	Поперечное сечение сужающегося канала	194
15.3.3.8	Поперечное сечение байпаса/газового шлица	195
15.3.4	Расчёт требуемой тяги канала для продуктов сгорания	195
15.3.5	Расчёт температуры продуктов сгорания на выходе из канала	201
15.4	Подробный расчёт	204

	Страница	
16	Заменяемые элементы и детали	205
17	Осмотр и обслуживание	207
17.1	Осмотр	207
17.2	Обслуживание	207
18	Документация (нормативная)	209
18.1	Акт приёма-передачи	209
18.2	Декларация о соответствии / Декларация производителя	209
18.3	Подача воздуха для горения	209
18.4	Расчёт керамических каналов для продуктов сгорания	210
18.5	Расчёт распределения воздуха	210
18.6	Руководство по обслуживанию	210
19	Рабочие вспомогательные материалы, диаграммы, таблицы	211
19.1	Опросный лист для проектирования кафельной печи/открытого камина	215
19.2	Договор стоимости проектных работ (образец)	220
19.3	Протокол к договору (образец)	221
19.4	Протокол о приёмке (образец)	223
19.5	Руководство по эксплуатации кафельной печи/открытого камина (образец)	224
19.6	Протокол технического обслуживания (образец)	227
19.7	Декларация о соответствии / Декларация производителя	229
19.8	Подача воздуха на горение	230
19.8.1	Расчёт	230
19.8.2	Таблица поперечного сечения/диаметра	231
19.8.3	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 20 м ³ /ч	232
19.8.4	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 40 м ³ /ч	233
19.8.5	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 60 м ³ /ч	234
19.8.6	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 80 м ³ /ч	235
19.8.7	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 100 м ³ /ч	236
19.8.8	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 120 м ³ /ч	237
19.8.9	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 140 м ³ /ч	238
19.8.10	Таблица подбора теплоизоляции для каналов подачи воздуха	239
19.9	Конвекционная печь	240
19.9.1	Диаграмма 15.1: Максимальная длина канала системы 1	240
19.9.2	Диаграмма 15.2: Требуемая тяга канала системы 1	241
19.9.3	Диаграмма 15.3: Удельное поперечное сечение канала системы 1	242
19.9.4	Диаграмма 15.4: Максимальная длина канала системы 2	243
19.9.5	Диаграмма 15.5: Требуемая тяга в канале системы 2	244
19.9.6	Диаграмма 15.6: Удельное поперечное сечение канала системы 2	245
19.9.7	Диаграмма 15.7: Определение коэффициента f(A/l)	246
19.9.8	Диаграмма 15.8: Потери давления на 1м длины канала	247
19.9.9	Диаграмма 15.9: Потери давления в канале прямоугольного сечения при повороте на 90°	248
19.9.10	Диаграмма 15.10: Потери давления в канале круглого сечения при повороте на 90°	249
19.9.11	Диаграмма 15.11: Потери давления в канале прямоугольного сечения при изменении направления движения на 180°	250
19.9.12	Диаграмма 15.12: Потери давления в тройнике	251
19.9.13	Диаграмма 15.13: Удельный коэффициент снижения температуры, лёгкий тип строительной конструкции	252

19.9.14	Диаграмма 15.14: Удельный коэффициент снижения температуры, средний тип строительной конструкции	253
19.9.15	Диаграмма 15.15: Удельный коэффициент снижения температуры, тяжёлый тип строительной конструкции	254
19.9.16	Диаграмма 7.1: Снижение температуры в трубе HGR 2	255
19.9.17	Диаграмма 7.2: Снижение температуры в соединительном элементе	256
19.9.18	Диаграмма 7.3: Требуемая тяга для HGR 1	257
19.9.19	Диаграмма 7.4: Требуемая тяга для HGR 2	258
19.9.20.1	Диаграмма 7.5: Требуемая тяга в соединительном элементе	259
19.10	Воздушное отопление с естественной циркуляцией	260
19.10.1	Таблица Определение диаметра воздуховода	260
19.10.2	Таблица Расчёт потерь давления на трение в трубе	261
19.10.3	Диаграмма Эквивалентные диаметры d^*	262
19.10.4	Диаграмма Потери давления на трение в воздуховодах с фальцами	263
19.10.5	Диаграмма Потери давления на трение в гибких воздуховодах	264
19.10.6	Таблица Плотность и удельная теплоёмкость сухого воздуха	265
19.10.7	Таблица Потери тепла в воздуховодах	266
19.10.8	Таблица Коэффициенты местных сопротивлений ζ	267
19.10.9	Таблица Подъёмная сила	269
19.10.10	Диаграмма Молярные $h-x$ для влажного воздуха	270
19.11	Отопление нагретыми поверхностями /Гипокауст	271
19.11.1	Диаграмма 10.2: Определение тепловой мощности внутренних стен / теплоаккумулирующей камеры	271
19.11.2	Диаграмма 10.1: Тепловая мощность поверхности нагрева	272
19.11.3	Диаграмма 10.4: Расчёт параметров каналов подвода и отвода воздуха	273
19.11.4	Диаграмма 10.3: Максимальная длина воздушных каналов	274
19.12	Теплоаккумулирующая печь	275
19.12.1	Формуляр для расчёта теплоаккумулирующей печи	275
19.12.2	Диаграмма Удельная тепловая мощность поверхности нагрева	277
19.13	Хлебопекарные печи	278
19.13.1	Диаграмма 14.1: Аккумуляция тепла в конструкции теплоаккумулирующей хлебопекарной печи	278
19.13.2	Диаграмма 14.2: Аккумуляция тепла в конструкции хлебопекарной печи постоянного горения	278
А	Приложения	279
A.1	Условные обозначения и единицы измерения	279
A.2	Формулы	283

1. Сфера применения и использования

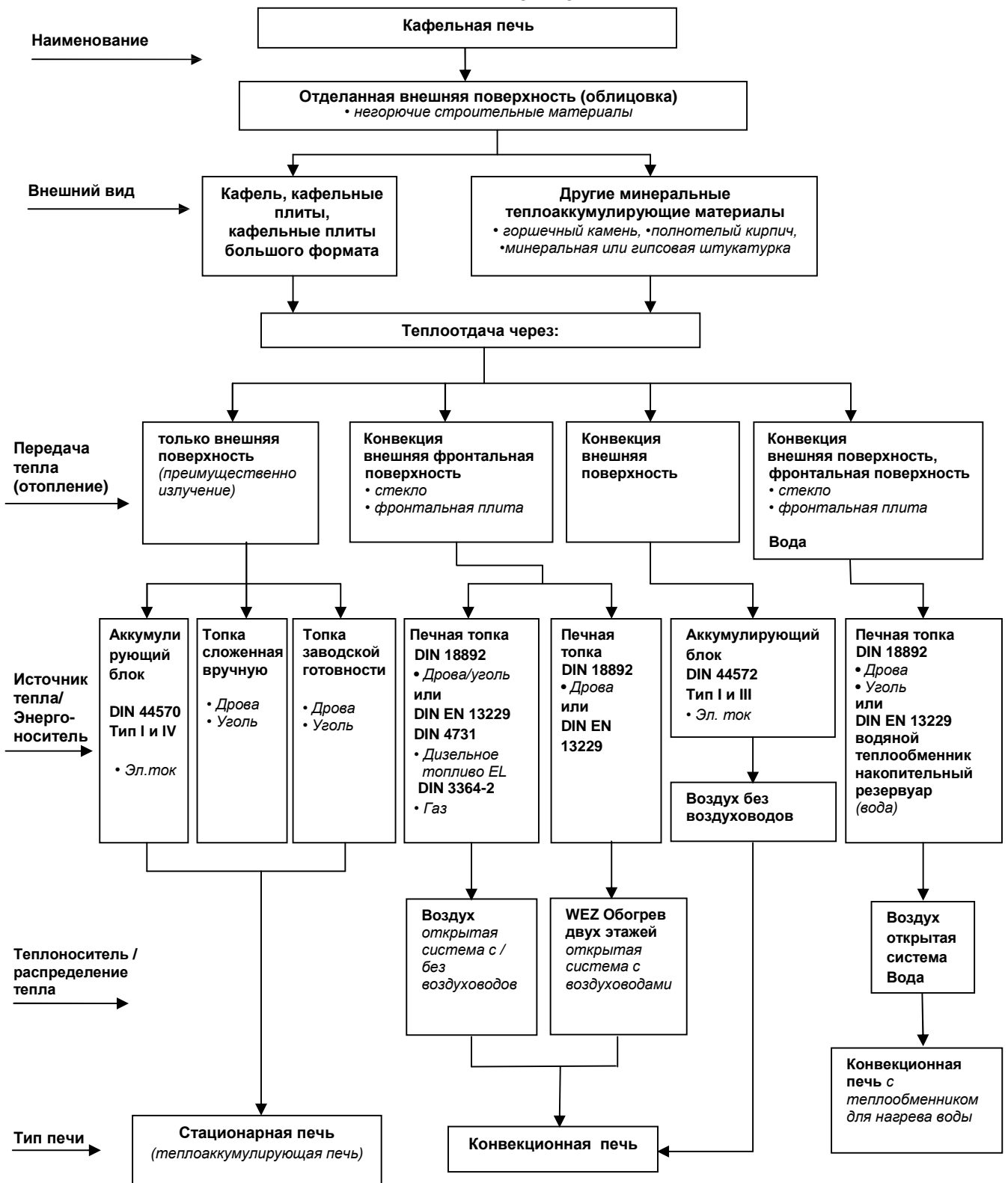
Эти технические правила действуют для проектирования, определения размеров, строительства, эксплуатации, осмотра и обслуживания установленных по месту стационарных конвекционных печей, теплоаккумулирующих печей, закрытых и открытых каминов, очагов, хлебопекарных печей и конструкций, отапливающих помещения нагретыми поверхностями (смотрите матрицы).

Типы строительных конструкций, которые охватывают данные технические правила, определены соответствующими строительными нормами и правилами.

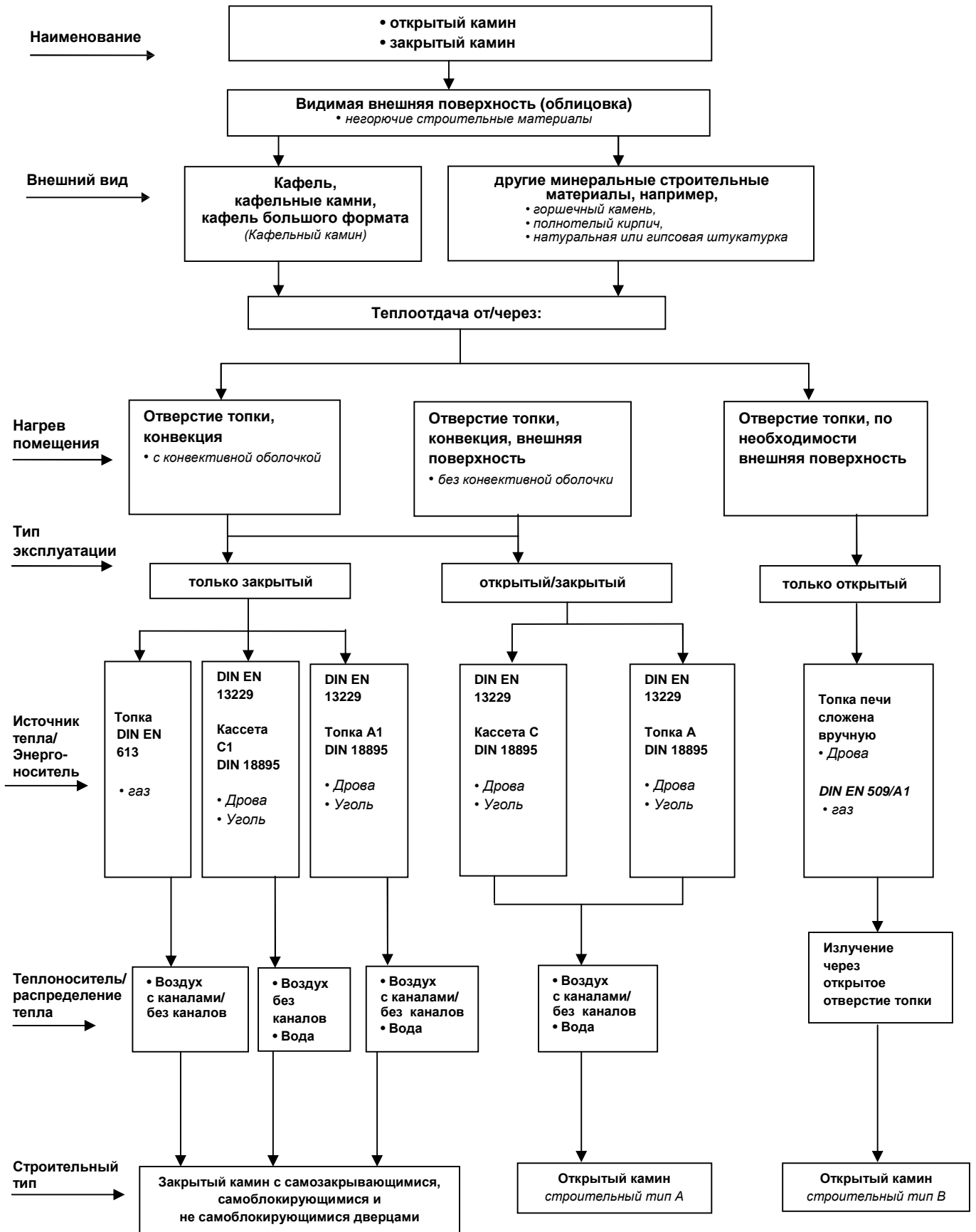
Они применимы не для всех конструкций, в том числе таких, как печи длительного горения заводского или серийного производства с облицовкой, как обогреватели помещений (каминные печи по DIN 18891 и соответственно DIN EN 13240) и т.д., как источники тепла, которые имеют разрешение строительного надзора на использование в качестве готового изделия, как очаги заводской готовности в соответствии с DIN 18880, DIN 18882 и DIN EN 12815.

1.1. Сводные данные

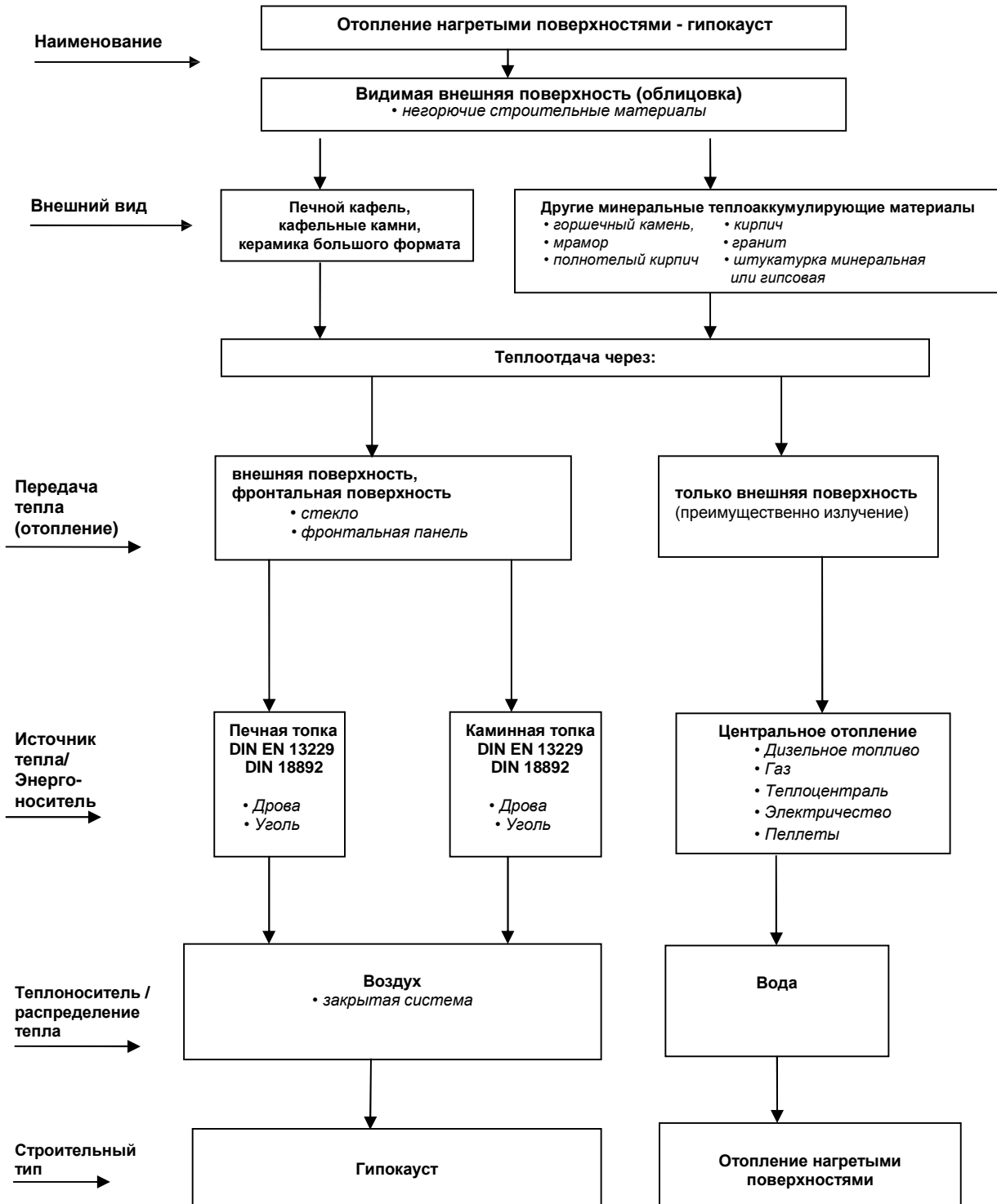
1.1.1. Матрица, кафельная печь / оштукатуренная печь



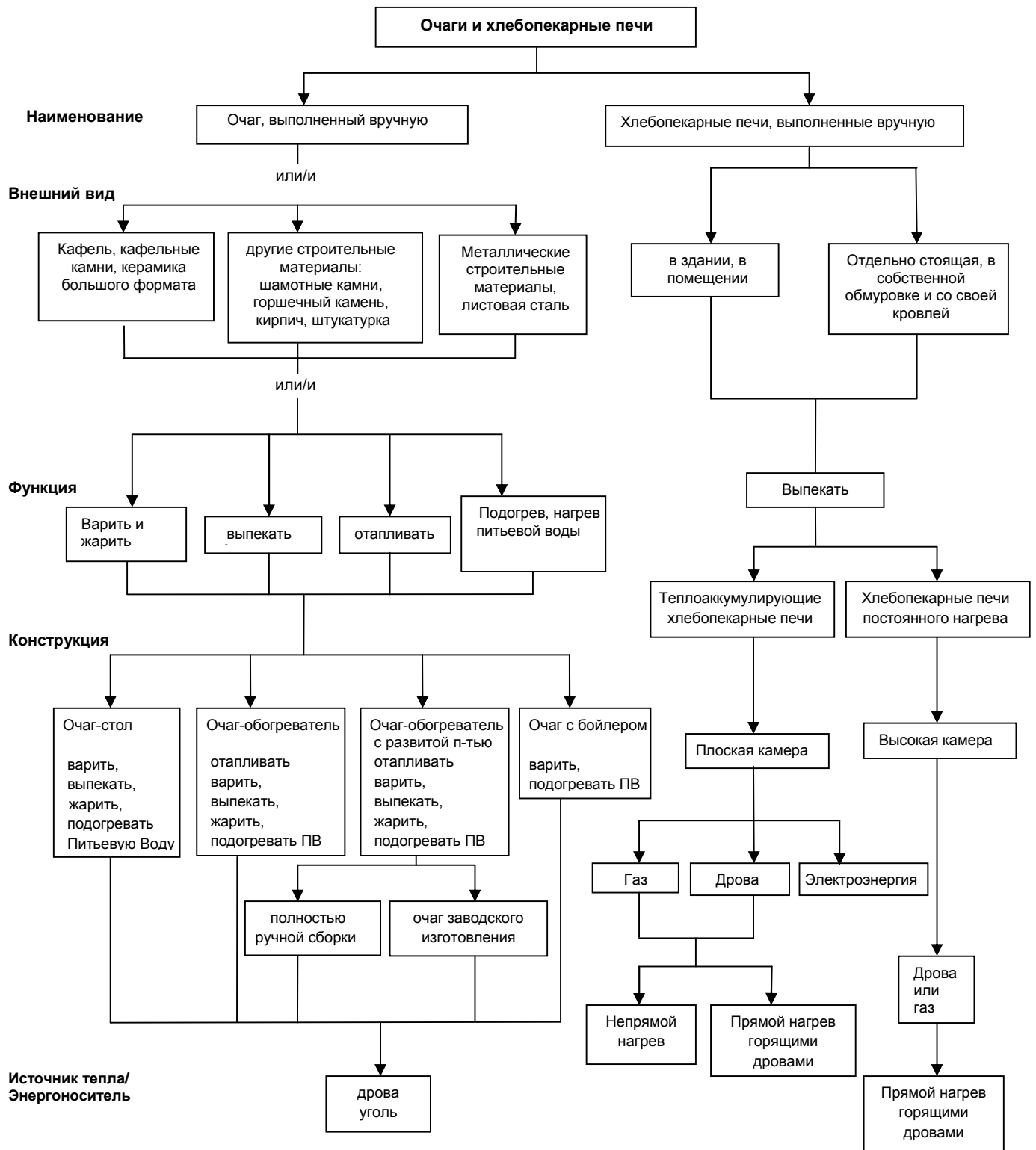
1.1.2. Матрица, открытый камин / закрытый камин



1.1.3. Матрица, отопление нагретыми поверхностями



1.1.4. Матрица, очаги / хлебопекарные печи



1.2 Нормативные ссылки

Эти директивные документы содержат датированные и недатированные ссылки на положения из других публикаций. Эти нормативные указания, цитируемые в соответствующих местах текста, а также источники публикаций приведены ниже. К датированным ссылкам относятся последующие изменения или поправки в конкретной публикации только этих норм, в случае если они подвергались корректировке или переработке. Для недатированных ссылок действуют последние издания используемой публикации (включая изменения).

DIN V 105-1, Кирпич кладочный - Часть 1:

Полнотелый кирпич и пустотелый кирпич плотности класса 1, 2;

DIN 105-3, Кирпич кладочный; высокопрочный кирпич и высокопрочный клинкер;

DIN 105-5, Кирпич кладочный; лёгкий пустотелый кирпич, лёгкие пустотелые кирпичные плиты;

DIN V 106-1, Камни из известняка - Часть 1: полнотелые камни, блоки, пустотелые блоки, строительные плиты, фасонные камни;

DIN EN 476 Общие требования к строительным изделиям, используемым для канализационных каналов и трубопроводов;

DIN EN 509 + A1 и A2, Декоративные газовые приборы с эффектом сжигания топлива;

DIN EN 613, Конвекционные обогреватели помещения на газообразном топливе;

DIN EN 613/A1, Конвекционные обогреватели помещения на газообразном топливе; изменение A1;

DIN 1053, Кирпичная кладка, расчет и исполнение;

DIN EN 1561, Чугунное литьё - Чугун с пластинчатым графитом; немецкое издание EN 1561:1997;

DIN 1623-1, Листовая, профильная сталь, стальные формы

DIN 1623-2, Листовой прокат из стали, холоднокатаные листы и полосы; Технические условия поставок; общестроительные стали;

DIN EN 1856-1, Конструкции для удаления дымовых газов - требования к металлическим конструкциям для удаления дымовых газов, часть 1:

Строительные компоненты для системы удаления дымовых газов;

DIN EN 1856-2, Конструкции для удаления дымовых газов - требования к металлическим конструкциям для удаления дымовых газов, часть 2: внутренние трубы и соединительные элементы из металла;

DIN 3364-2 Обозначение CE, обогреватели помещений, камины с закрытыми топками с интегрированной дымовой трубой;

DIN 4102-1, Огнестойкость строительных материалов и изделий - часть 1: Строительные материалы, понятия, требования и испытания;

DIN V 4165, Газобетонные блоки - точность узлов и элементов;

DIN 4731, Топки на жидком топливе. Насадки с испарительными форсунками;

DIN 4755, Конструкции для сжигания жидкого топлива - Технические правила конструкций для сжигания жидкого топлива (TRÖ) - Испытания;

DIN 4807-1, Расширительные ёмкости, понятия, требования законодательных актов, испытания и обозначение;

DIN 4807-2, Расширительные ёмкости, баки расширительные открытые и закрытые для теплотехнических конструкций, расчёт, конструкция, требования и испытания;

- DIN EN ISO 6946, Компоненты и элементы строительные. Термическое сопротивление и коэффициент теплопередачи. Методы расчета;
- DIN EN 10025-2, Изделия горячекатаные из конструкционных сталей - Часть 2, Технические условия поставки для нелегированных конструкционных сталей;
- DIN EN 10083-2, Стали закаленные и отпущенные - Часть 2, Технические условия поставки для нелегированных сталей;
- DIN EN 10088-2, Стали нержавеющей - Часть 2; Технические условия поставки листовой и полосовой стали, стойкой к коррозии, общего назначения;
- DIN EN 12237, Вентиляция зданий, воздуховоды, прочность и газоплотность воздуховодов круглого сечения из листового металла;
- DIN EN 12815, Очаги на твёрдом топливе - Требования и методы испытания;
- DIN EN 12828, Системы отопления зданий. Проектирование систем водяного отопления;
- DIN EN 12831, Системы отопления зданий. Порядок расчёта нормативной тепловой нагрузки; немецкое издание EN 12831:2003, вместе с национальным приложением NA; дополнительный лист 1/A1: 2005;
- DIN EN 13229; Каминные топки, включая открытые камины на твёрдом топливе - Требования и испытания;
- DIN EN 13384-1, Конструкции для удаления продуктов сгорания - Порядок теплового и аэродинамического расчета - Часть 1: Конструкции для удаления дымовых газов для одного источника тепла; немецкое издание DIN EN 13384-1:2002;
- DIN EN 13384-2, Конструкции для удаления продуктов сгорания - Порядок теплового и аэродинамического расчета - Часть 2: Конструкции для удаления дымовых газов от нескольких источников тепла; немецкое издание DIN EN 13384-2:2003;
- DIN EN 14303, Теплоизоляционные материалы для строительства и сферы услуг - Продукты из минеральной ваты (MB), изготовленные заводским способом - спецификация;
- DIN V 18151, Пустотелые блоки из легкого бетона;
- DIN V 18152, Монолитные блоки и монолитные блоки из легкого бетона;
- DIN V 18160-1, Конструкции для удаления продуктов сгорания - Часть 1: Проектирование и монтаж;
- DIN 18500, Блоки бетонные заводского изготовления; Термины и определения, требования, испытания, контроль качества;
- DIN 19560-10, Трубы и фитинги из полипропилена для стойких к воздействию горячей воды канализационных систем внутри здания (HT), Часть 10: огнестойкость, контроль качества и указания по прокладке;
- DIN EN 50156, Электрооборудование для конструкций сжигания топлива Часть 1: Спецификация для применения и установки;
- DIN EN 55014 - VDE 700 часть 450, Электрооборудование от неэлектрических приборов для бытового и аналогичного использования - требования по безопасности;
- DIN 51060, Огнеупорное керамическое сырьё и огнеупорные изделия - определение терминов огнеупорный, высокоогнеупорный;
- DIN 51731 Испытания твёрдого топлива - Пеллеты из натуральной древесины - Требования и испытания;
- VDI 2035 Лист 1, Меры по предотвращению ущерба конструкций для нагрева воды - накипи в подогревателях питьевой воды и водонагревателях;

VDI 2035 Лист 2, Меры по предотвращению ущерба конструкций для нагрева воды - коррозия со стороны воды;

DVGW - G 600, Технические правила установки газовой аппаратуры (TRGI) (Издатель: DVGW Немецкий союз специалистов в газо- и водоснабжении);

LBO - соответствующие строительные нормы Федеральной Земли;

Строительные нормы для изделий из глины 2-ое издание 2002
(Издатель: Федерация производителей изделий из глины ISBN 3-528-12558-6);

1 BImSchV, Первое Федеральное Предписание по защите от вредных выбросов;

FeuVo, Предписания Федеральных Земель по огнезащите;

MLüAR, Образец - Директивное Предписание о противопожарных требованиях к воздуховодам;

VaWS, Предписание по предотвращению загрязнения воды конструкциями, использующими воду.

2 Термины и определения

2.1 Строительные типы, обозначения

2.1.1 Кафельная /оштукатуренная печь

Кафельная печь – это источник тепла, внешняя видимая облицовка которого больше, чем на 50% состоит из керамического печного кафеля/кафельных камней, за исключением имеющегося цоколя и короба.

Оштукатуренная печь – это источник тепла, внешняя видимая отделка которого больше, чем на 50% оштукатурена, за исключением имеющегося цоколя и короба.

Кафельная /оштукатуренная печь в зависимости от её строительного типа может функционировать с различными энерго- или теплоносителями. Возможны также дополнительные функции, например, нагревание питьевой воды и воды для отопления, поддержание пищи в подогретом состоянии т.д.

Кафельные /оштукатуренные печи классифицируются по техническим характеристикам/типам строительных конструкций.

2.1.1.1 Теплоаккумулирующая печь

Теплоаккумулирующая печь - это аккумулирующий источник тепла, который состоит из:

- топки
- дверцы для защиты фронтальной поверхности топки
- керамических каналов для движения дымовых газов

Облицовка из:

- печного кафеля
- кафельных камней
- других минеральных теплоаккумулирующих материалов, слоёв теплоизоляции/каналов проветривания, при необходимости кирпичной или каменной кладки

Отдача тепла происходит со всей внешней поверхности.

2.1.1.2 Конвекционная печь

Конвекционная печь - это источник тепла, который состоит из:

- печной или каминной топки
- каналов для движения продуктов сгорания, которые выполнены из:
 - металлических материалов
 - керамических материалов
 - других минеральных, теплоаккумулирующих материалов
- теплоаккумулирующей камеры /облицовки из:
 - печного кафеля
 - кафельных камней
 - других минеральных, теплоаккумулирующих материалов, слоёв теплоизоляции/каналов проветривания
 - при необходимости кладки.

Отдача тепла происходит преимущественно конвекцией через теплоаккумулирующую камеру и частично от внешней поверхности.

2.1.1.3 Воздушное отопление с естественной циркуляцией

Воздушное отопление с естественной циркуляцией – это отопление конвекционной печью нескольких помещений посредством тёплого воздуха. Конвекционная печь состоит из печной или каминной топки и теплоаккумулирующей камеры, внутри которой происходит процесс передачи тепла приточному воздуху. Перенос тепла в отапливаемые помещения осуществляется за счёт естественной циркуляции воздушных потоков. Теплоаккумулирующая камера/облицовка состоит, как правило, из:

- печного кафеля или кафельного камня
- других минеральных теплоаккумулирующих строительных материалов
- слоев изоляции/каналов проветривания
- при необходимости из кладки,

перенос тепла из теплоаккумулирующей камеры происходит в основном за счёт конвекции.

2.1.1.4 Источник тепла для отопления двух этажей

Источники тепла для отопления двух этажей - это конвекционная печь с печной или каминной топкой внутри теплоаккумулирующей камеры, которая расположена в нижней части конструкции, и последующими элементами конструкции из керамических каналов для движения дымовых газов, идущими на вышележащий этаж.

Печная или каминная топка и керамические каналы для движения дымовых газов соединяются друг с другом трубой для движения продуктов сгорания 1 (восходящая труба). Верхняя и нижняя части источника тепла образуют единый технический и строительный блок.

2.1.2 Открытый камин/ закрытый камин

2.1.2.1 Открытый камин, строительный тип А

Это источник тепла с каминной топкой или каминной кассетой, который может эксплуатироваться как открытый или закрытый, или только как открытый.

Он состоит, как правило, из:

- каминной топки или каминной кассеты
- конвекционной камеры, при необходимости конвекционной оболочки
- соединительного элемента
- слоев изоляции/каналов проветривания
- при необходимости из кладки
- внешней облицовки

Открытые каминные строительного типа А не содержат каналов для движения продуктов сгорания. Передача тепла происходит через открытую топку (излучением), а также конвекцией.

2.1.2.2 Открытый камин, строительный тип В

Источник тепла без каминной топки или каминной кассеты, который согласно предписанию может эксплуатироваться только как открытый.

Он состоит, как правило, из:

- топки
- дымовой камеры (дымосборника)
- соединительного элемента
- слоев изоляции/проветривания
- при необходимости из фасадной кирпичной кладки
- внешней облицовки

Открытые каминные строительного типа В не содержат каналов для движения продуктов сгорания, затворов отверстия топки или дверей для отверстия топки.

Топка строится вручную или состоит из строительных элементов заводской готовности. Передача тепла происходит исключительно посредством излучения через отверстие топки.

2.1.2.3 Закрытый камин

Источник тепла с каминной топкой или каминной кассетой, который согласно предписанию, может эксплуатироваться только с закрытой топкой.

По соответствующим данным производителя возможно использование для каминных топок/каминных кассет металлических или керамических каналов для движения продуктов сгорания. Возможно также использование дополнительных функций, таких, как, например, подогрев питьевой и горячей воды, теплоаккумулирующей поверхности для пищи и т.д.

Передача тепла происходит благодаря излучению с поверхности топочного отверстия, а также конвекцией, и при необходимости в виде излучения с поверхности облицовки.

Теплоаккумулирующий камин представляет собой особый тип конструкции закрытого камина, который оснащён керамическими каналами для движения дымовых газов. Передача тепла происходит преимущественно излучением от облицовки в области расположения каналов для движения продуктов сгорания, а также от топочного отверстия.

2.1.2.4 Кафельный камин

Открытый камин (строительный тип А, В или закрытый камин), внешняя видимая облицовка которого за исключением цоколя и короба состоит в основном (более чем на 50%) из керамического печного кафеля или кафельного камня.

2.1.3 Отопление нагретыми поверхностями

Под отоплением нагретыми поверхностями в данном директивном документе понимается отопление излучением с внешней поверхности кафеля, керамики или других минеральных строительных материалов.

Эти внешние поверхности в зависимости от строительного типа конструкции нагреваются либо потоками горячего воздуха внутри конструкции, либо горячей водой, циркулирующей по системе труб, либо электрическими источниками нагрева, расположенными внутри или под внешней поверхностью.

В зависимости от типа источника энергии/теплоносителя приборы, отапливающие помещение нагретыми поверхностями, делятся на:

2.1.3.1 Гипокауст

Отопление нагретой поверхностью с закрытой системой циркуляции воздуха. При этом поток воздуха нагревается от закрытой печной топки для сжигания твёрдого топлива, или от каминной топки для сжигания твёрдого топлива, в случае необходимости также от соответствующих каналов для движения продуктов сгорания.

Воздух, циркулирующий внутри гипокауста, отдаёт тепловую энергию внешней поверхности. Отдалённые поверхности нагреваются при помощи воздуховодов.

2.1.3.2 Нагрев поверхности горячей водой

Отопление нагретой поверхностью, при котором тепло от горячей воды, текущей в системе труб, проложенной внутри облицовки, передаётся на внешнюю поверхность.

При этом вода нагревается отдельным генератором тепла.

2.1.3.3 Нагрев поверхности при помощи электричества

Отопление нагретой поверхностью посредством электрической нагревательной системы, уложенной внутри облицовки, которая передает тепло внешней поверхности.

2.1.4 Очаг

Очаги в трактовке настоящих технических правил являются стационарными, выполняются вручную, индивидуально, по месту, не серийно. В них сжигается твёрдое топливо. Их внешние поверхности (за исключением варочной плиты, заслонки или дверцы топки и духового шкафа) состоят, как правило, из печного кафеля или подобных теплоаккумулирующих материалов. Очаги с металлическими варочными поверхностями должны быть выполнены двухслойными. Очаги могут устанавливаться на одном основании.

В зависимости от конструкции очаги могут предназначаться для приготовления пищи, выпечки, подогрева воды и отопления помещения.

Очаги в соответствии с конструкцией делятся на:

2.1.4.1 Очаг - стол

Очаги в виде стола, как правило, предназначены для приготовления пищи и при необходимости для выпечки и жарки. Продукты сгорания направляются к варочной плите и при необходимости вокруг духового шкафа, а также другие возможные направления. Какие-либо другие каналы не предусмотрены.

2.1.4.2 Очаг-обогреватель

Очаг-обогреватель (также «очаг-кресло»), предусмотрен, как правило, для дополнительного обогрева помещения, в котором установлен.

К очагу сбоку или сзади пристраиваются дополнительные конструкции, в которых располагаются наряду с каналами для движения дымовых газов также духовые шкафы для выпечки/жарки/нагрева или конструкции для подогрева горячей воды.

2.1.4.3 Очаг-обогреватель с развитой поверхностью

Очаги-обогреватели для нескольких помещений предусмотрены, как правило, для отопления одного или нескольких дополнительных помещений, которые отапливаются каналами для движения продуктов сгорания, присоединённых непосредственно к очагу.

2.1.4.4 Очаг-обогреватель заводского изготовления с развитой поверхностью

Очаг заводского изготовления для работы на твёрдом топливе (по DIN EN 12815), к которому пристроены каналы для движения продуктов сгорания, с облицовкой из печного кафеля, кафельных камней, натурального камня или штукатурки.

Очаг на твёрдом топливе и каналы для движения продуктов сгорания вместе образуют единый технический блок (источник тепла).

2.1.4.5 Очаг с бойлером

Очаги с бойлером предназначены, прежде всего, для подогрева воды. Вся нагреваемая вода при этом находится в бойлере, который является составной частью источника тепла. Эта конструкция находится непосредственно в топке и/или на пути движения продуктов сгорания и омывается ими по возможности со всех сторон.

2.1.5 Хлебопекарная печь

Хлебопекарные печи в трактовке настоящих технических правил – это конструкции, выполненные вручную, индивидуально, по месту, не серийного производства. Они служат для приготовления продуктов питания, прежде всего, выпечки, но также для жарки и гриля.

По своему использованию они делятся на теплоаккумулирующие хлебопекарные печи и хлебопекарные печи постоянного горения. Они могут нагреваться газом, дровами или электрической энергией.

Состоят из цоколя или основания, хлебопекарной печи, при необходимости из дополнительной топки, подключённого короткого канала, запорных механизмов, а также облицовки, и, возможно, кровли.

2.1.5.1 Теплоаккумулирующая хлебопекарная печь

Хлебопекарные печи, которые перед началом процесса приготовления пищи предварительно растапливают или подогревают. В процессе приготовления пищи горения топлива не происходит. Хлебопекарная печь и топка, как правило, идентичны.

2.1.5.2 Хлебопекарная печь постоянного горения/ Хлебопекарная печь для пиццы

Хлебопекарные печи, в которых во время приготовления пищи происходит сжигание топлива. Топка может располагаться внутри или вне духовки.

2.2 Другие термины и определения

Горение

Снижение массы топлива во время процесса горения.

Время горения (Время сжигания/ длительность горения)

Способность источника тепла так долго поддерживать определённую минимальную продолжительность горения без промежуточной загрузки топлива и без вмешательства в процесс подачи воздуха на горение, чтобы по окончании в распоряжении оставалось минимальное количество жара

Дымовые газы

Газообразные продукты сгорания топлива на выходе из патрубка источника тепла.

Дымоход

Соединительный элемент или участок соединительного элемента в конструкции

Клапан дымовых газов/шибер дымовых газов

Запирающее устройство на пути движения дымовых газов.

Массовый поток дымовых газов в (г/с)

Масса дымовых газов (г), отводимых в единицу времени (с).

Дымовая камера (камера продуктов сгорания)

Пространство над топкой открытого камина, в котором собираются газообразные продукты сгорания и направляются в патрубок для отвода дымовых газов или в патрубок продуктов сгорания.

Штуцер для отвода дымовых газов

Устройство в конце газового тракта источника тепла для подключения соединительного элемента.

Температура дымовых газов

Температура дымовых газов в фиксированной точке измеряемого участка.

Запирающее устройство

Запирающее устройство, прекрывающее движение дымовых газов.

Активное проветривание

Активное проветривание представляет собой постоянно открытую, не закрываемую шахту, щель или пустое пространство, которые используются для защиты здания или горючих составных элементов стен примыкания или поверхностей, на которые устанавливается источник тепла. По ним избытки конвективного тепла отводятся от соответствующих частей конструкции.

Активные/неактивные поверхности

Активные поверхности источника тепла – внешние поверхности напрямую или косвенно нагреваемые теплоаккумулирующей камерой, дополнительными поверхностями нагрева или конвективными воздушными потоками. Они отдают тепло для отопления помещения.

Неактивные внешние поверхности источника тепла состоят из не нагреваемых частей, таких как цоколь, дровница, полки, не обогреваемых или изолированных надстроек и пристроек. Они не отдают тепло в помещение.

Поверхность примыкания

Стены, к которым пристраивается источник тепла, поверхности пола, на которые источник тепла устанавливается, и поверхности перекрытий, над или под которыми располагается источник тепла.

Стена примыкания

Стена здания или часть стены здания, к которой пристраивается источник тепла.

Устройство для растопки (клапан или шибер)

Устройство, которое в открытом положении освобождает короткий путь движения продуктов сгорания.

Зольник

Переносной контейнер под колосниковой решёткой источника тепла для золы и проваливающихся через решётку остатков топлива.

Зольный отсек

Пространство под топкой для установки зольника. Через зольный отсек может поступать воздух для горения.

Поверхность установки

Пол или участок пола, на котором установлен источник тепла.

Поверхность для выпечки/Духовка/Печь

Секция для выпечки, приготовления и подогрева пищи, вокруг которой расположены каналы для движения продуктов сгорания.

Стационарный режим

Режим работы источника тепла при определенной тепловой нагрузке, при котором измеряемые величины существенно не изменяются в течение одинаковых следующих друг за другом промежутков времени.

Поверхность горения

Поверхность, на которую уложено топливо. При необходимости имеет отверстия или решётку для подачи воздуха на горение. Для открытых каминов в качестве передней границы поверхности служит вертикальная проекция переднего канта дымовой камеры.

Выбор топлива

Регулировка предварительной настройки сечения для первичного и вторичного воздуха в соответствии с выбранным типом топлива.

Байпас (Газовый шлиц)

Отверстие для кратчайшего соединения топки с патрубком для подключения к дымовой трубе.

Длительное горение

Смотри время горения.

Двойной отвод

Труба для отвода продуктов сгорания 1 состоит из 2-х поворотов на 90° (смотри труба для отвода продуктов сгорания).

Дросселирующее устройство

Устройство для повышения сопротивления потоку в дымоходе и газовом тракте.

Потери давления

Возникают при прохождении жидкостей и газов по трубам и равны сумме потерь давления на трение в трубах и потерь на местные сопротивления.

Кафель с отверстиями

Смотри кафель для воздуха.

Просвет (живое сечение)

Смотри трубы.

Монтажная рама/Фронтальная рама/Рама ниши

Элемент для установки фронтальной плиты на поверхность кафеля или оштукатуренную поверхность.

Регулировка

Устройство для регулирования объёмных и массовых потоков (например, воздуха для горения, подача топлива).

Топочная дверца

Устройство, закрывающее топочную камеру, загрузочную камеру, зольник.

Топка

Пространство, образованное полом, при необходимости, стенками и дымовой камерой или перекрытием, а также топочным отверстием. Топочное отверстие может закрываться при помощи дверей, жалюзийных решёток или похожих элементов.

Пол топки (поверхность горения)

Служит для укладки топлива или для размещения колосников, съёмных подставок в виде треног или казанов.

Топочное отверстие (загрузочное отверстие, дверца топки)

Отверстие в топке, через которое загружается топливо, и через которое в зависимости от конструкции топки тепло поступает в помещение.

Колосниковая решетка или колосник, подставка

Элементы, расположенные в полу топки, или над полом топки, через которые ссыпается зола и подводится воздух для горения.

Источник тепла

Источник тепла для твёрдого, жидкого и газообразного топлива в соответствии с 1.B1mSchV (Первым Федеральным предписанием по защите от вредных выбросов). Источники тепла содержат всё необходимое для безопасного функционирования используемых деталей и компонентов. Облицовка является составной частью источника тепла (смотри также раздел 2.1).

Стены источника тепла

Они состоят из стен топки, стен зольного отсека, дымовой камеры, а также изоляционных слоёв и облицовки (открытый камин).

Конструкция для сжигания топлива

Состоит из воздухопроводов для подачи воздуха, источника тепла, соединительного элемента и конструкции для удаления дымовых газов.

Мощность горения (одной загрузки)

Количество тепла, выделяемого при сгорании топлива, в единицу времени, определённое по низшей теплоте сгорания топлива.

Удельная тепловая мощность

Расчетная величина для определения количества воздуха, который необходим источнику тепла и конструкциям, использующим воздух.

Поверхностное горение

Горение с ограниченной возможностью загрузки топлива.

Живое сечение

Сечение, через которое проходят продукты сгорания, приточный воздух для горения топлива или воздух, омывающий конструкцию. Живое сечение указывается в см².

Фронтальная панель

Элемент печной топки, который закрывает камеру нагрева с рабочей стороны.

Полное сжигание

Длительность горения и соответствующая возможность потребления топлива.

Пространство заполнения

Пространство между колосниковой решёткой и кантом отверстия топки.

Сводчатые топки

Топки овальной или полукруглой формы.

Эквивалентный диаметр D*

Используется исключительно для определения живого сечения каналов прямоугольного сечения. При одинаковом объёмном расходе прямоугольный канал с эквивалентным диаметром D* имеет те же потери давления, что и канал круглого сечения.

Поддержание жара, воспламенение

Свойство источника тепла по истечении некоторого времени горения воспламенять вновь загруженное топливо.

Сырец

Не обожженный кирпич-сырец из кирпичного производства.

Раскалённые угли

Масса раскаленного, дегазированного топлива, которая присутствует в золе, чтобы обеспечить воспламенение вновь загружаемого топлива.

Печная топка

Конструкция из чугуна или листовой стали с топкой для твёрдого, жидкого или газообразного топлива; одновременно теплообменник для теплоносителя.

Поверхность нагрева теплоаккумулирующей печи

Смотрите активную внешнюю поверхность.

Продукты сгорания

Поток горячих газов внутри источника тепла.

Клапан продуктов сгорания/шибер продуктов сгорания

Устройство для закрытия, изменения направления движения или дросселирования потока в дымовом тракте.

Труба для отвода продуктов сгорания

Составной элемент источника тепла, который служит для отвода продуктов сгорания.

Штуцер для продуктов сгорания

Патрубок для соединения между печной топкой и каналом для продуктов сгорания.

Температура продуктов сгорания

Температура продуктов сгорания в патрубке для отвода продуктов сгорания.

Направляющий элемент продуктов сгорания

Устройство для изменения направления потока продуктов сгорания.

Канал для движения продуктов сгорания/теплообменник

Канал для движения продуктов сгорания, выполненный из металлических, керамических или других теплоаккумулирующих минеральных строительных материалов. Каналы для движения продуктов сгорания являются составной частью источника тепла и служат для использования теплоты продуктов сгорания.

Теплоаккумулирующая камера

Служит для размещения печной топки/каминной топки/каминной кассеты и в допускаемых пределах трубы для продуктов сгорания и каналов для движения продуктов сгорания.

Стены, перекрытие и пол теплоаккумулирующей камеры образуют облицовку источника тепла.

Зазоры в теплоаккумулирующей камере

Расстояние от печной топки до облицовки.

Отопительная нагрузка (ранее потребность в тепле) (Φ_{HL})

Характеристика здания и исходные данные для определения необходимой отопительной мощности. Расчет выполняется согласно DIN EN 12831. Расчет состоит в определении потерь тепла через ограждающие конструкции (Φ_T) и потерь тепла на нагрев воздуха (Φ_V) в кВт и при необходимости в определении теплоизбытков (Φ_{RH}) в кВт.

Конструкция для подачи дизельного топлива

Самостоятельная стационарная функциональная единица. Устройство охватывает область от патрубка для наполнения трубопровода ёмкости для хранения дизельного топлива до задвижки перед прибором на жидком топливе. Конструкция состоит из ёмкости(ей) для хранения, трубопроводов, штуцеров для наполнения, устройств для опорожнения, индикаторов уровня, передаточных устройств, арматуры, манометров, счётчиков, запорных и отключающих устройств, вентиляционных устройств, редукторов давления, устройств защиты от перелива, сигнализаторов утечек, фильтров для дизельного топлива.

Инспекционный контроль

Мероприятие для определения и оценки фактического состояния источника тепла.

Кафель

Смотрите печной кафель.

Кафельные камни

Изготавливаются из керамического материала, который обжигают при температуре около 1000°C (в виде квадратного или прямоугольного камня). Лицевые поверхности могут быть гладкими или профилированными и иметь глазурь. Кромки лицевых поверхностей могут быть покрыты глазурью или не иметь глазури.

Каминная топка

Конструктивный элемент открытого камина, состоящий, как минимум, из топки, дымовой камеры и – если это предусмотрено – дымооборотами/каналами для продуктов сгорания, а также штуцер для дымового газа. Каминные топки могут состоять из нескольких частей, которые собираются вместе непосредственно на строительной площадке. Каминные топки для открытых каминов, которые могут эксплуатироваться также с закрытыми или исключительно с закрытыми токами, содержат также конструктивные элементы для подключения топки и устройства для подвода воздуха на горение.

Каминная кассета

Конструктивный элемент открытого камина, в котором есть, по меньшей мере, топка, при необходимости дымообороты/каналы для продуктов сгорания, дверца топки и при необходимости штуцер для дымового газа. Кроме того, в пространстве между топкой или отсеком для сбора золы и оболочкой каминной кассеты расположены конвективные воздухопроводы.

Проволока для кламмеров

Конструктивный элемент для крепления печного кафеля.

Конвекционный воздух

Воздух, который нагревается нагретыми поверхностями.

Конвекционная оболочка

Подвод воздуха к каминной топке, который производится окружающим/циркуляционным воздухом для конвекционного нагрева к поверхностям нагрева и оттуда в качестве приточного воздуха в помещение.

Конвекционная камера

Смотрите теплоаккумулирующую камеру.

Полнотелые необожжённые глиняные камни

Полнотелые глиняные камни без пустот и внутренних перегородок, изготовленные вручную или с помощью ленточного пресса из строительной глины.

Регулятор мощности

Устройство, которое автоматически меняет в соответствии с установленной тепловой мощностью поперечное сечение канала для подачи воздуха или расход топлива.

Воздух

Удаляемый воздух (ABL)

Воздух, удаляемый из помещения

Наружный воздух (AUL))

Весь воздух, поступающий в помещение снаружи.

Циркуляционный воздух (UL)

Часть удаляемого воздуха, которая возвращается в кафельную печь или открытый камин.

Приточный воздух (ZUL)

Поступающий в помещение нагретый (или термодинамически обработанный) воздух.

Воздух для горения (VBL)

Поток воздуха, поступающий в источник тепла, который полностью или частично используется в процессе горения

Воздушная решётка

Отверстие для воздуха с приспособлениями для распределения и изменения направления движения воздуха.

Воздушный клапан

Прерывает или регулирует поток воздуха в воздуховоде.

Воздуховоды

Конструктивные элементы, по которым движется воздух.

Кафель для воздуха/кафельная решётка

Кафель с отверстиями для движения воздуха.

Отверстия для проведения измерений и контроля

Отверстия для измерительных зондов, например, измерений по 1. BImSchV.

Номинальная мощность печных топок

Тепловая мощность, указываемая производителем на табличке изделия.

Номинальная тепловая мощность теплоаккумулирующей печи

Тепловая мощность (Q_N) в кВт, рассчитанная по площади поверхности нагрева и удельной тепловой мощности (q_{GO}).

Требуемая тяга источника тепла (P_W)

Разница между давлением воздуха в помещении, где установлен источник тепла, и разрежением дымовых газов в патрубке для подключения к дымовой трубе, необходимая для обеспечения безупречной эксплуатации источника тепла.

Требуемая тяга в соединительном элементе (P_{FV})

Разница давления между осью устья соединительного элемента и осью патрубка для подключения к дымовой трубе источника тепла, образуется в результате разницы между статическим давлением и давлением сопротивления соединительного элемента.

Требуемое давление воздуха, подаваемого на горение (P_B)

Разница между давлением атмосферного воздуха снаружи и давлением воздуха в помещении, где установлен источник тепла при одинаковой высоте.

Требуемая общая тяга (P_{Ze})

Требуемое разрежение на входе дымовых газов в трубу в вертикальном сечении конструкции для удаления дымовых газов. Она соответствует сумме из требуемой тяги для источника тепла (P_W), требуемой тяги в соединительном элементе (P_{FV}), и требуемого давления воздуха на горение (P_B).

Печной кафель

Изделие для изразцовых печей из смеси шамотной муки и глины, обожженное при температуре около 1000 °С, пористое, механически твердое, устойчивое к воздействию температур. Печной кафель, как правило, имеет глазурь на лицевой поверхности и румпу с задней стороны.

Источник тепла, зависимый от воздуха помещения

Источники тепла, которые полностью или частично забирают воздух на горение непосредственно из того помещения, в котором установлены.

Источник тепла, зависимый от воздуха помещения, с подачей воздуха на горение

Источники тепла, к которым воздух на горение может подаваться по воздуховодам или шахтам непосредственно с улицы. Тем не менее они не имеют какой-либо повышенной герметичности. Поэтому с точки зрения безопасности эксплуатации эти источники тепла классифицируются как зависимые от воздуха помещения.

Источник тепла, независимый от воздуха помещения

Независимыми от воздуха помещения являются источники тепла, к которым воздух на горение подводится по воздуховодам и шахтам только извне, и для которых недопустимо попадание в помещение дымовых газов в каком-либо представляющем опасность количестве. Они имеют особую конструкцию, характеризующуюся повышенными требованиями к герметичности, поэтому их допустимо эксплуатировать без использования воздуха помещения, в котором они установлены. Эти источники тепла не относятся к регламентированным строительным продуктам.

Базовый изоляционный материал

Силикатные изоляционные материалы (из каменных и шлаковых волокон) с обозначением изоляционного материала по DIN EN 14 303, указывающего рекомендуемую толщину изоляционного материала.

Отверстие для чистки

Отверстие для чистки каналов продуктов сгорания и соединительных элементов.

Духовки/Теплоаккумулирующие отсеки/конструкции в потоке дымовых газов

Полностью или частично обтекаемые продуктами сгорания конструктивные элементы из керамики или стали, которые служат, например, для подогрева или поддержания температуры пищи.

Поверхность решётки

Часть поверхности горения в см², соответствующая внешним размерам колосниковой решётки.

Площадь свободного сечения колосниковой решётки

Часть поверхности решетки, предназначенная для движения воздуха для горения топлива.

Шамот

Огнеупорный строительный материал для внутренних и внешних конструкций источника тепла.

Короб

Строительный элемент для отделки и облицовки соединительного патрубка или воздуховодов, расположенных над топкой.

Цоколь

Не нагреваемая (неактивная) часть конструкции, на которую устанавливается источник тепла.

Рама цоколя

Основание из метала, на котором монтируется облицовка.

Длительность аккумуляции тепла

Период от начала процесса отдачи тепла конструкцией до окончания эффективной теплоотдачи.

Теплоаккумулирующая способность

Способность керамических строительных материалов накапливать тепло, освобождающееся при сжигании топлива, и в течение длительного времени его отдавать.

Удельная тепловая мощность

Тепловая мощность квадратного метра (м²) поверхности нагрева источника тепла (активная внешняя поверхность).

Вертикальная каминная решётка

Строительный элемент, пристраиваемый между боковыми стенками топки и полом топки, и препятствующий выпадению топлива из топки.

Защита от излучения (защитный экран, защитная ширма)

Конструктивный элемент для снижения потока тепла излучением на конструктивные элементы (стены примыкания, каналы для продуктов сгорания, теплообменники и т. д.)

Стена, передающая тепло излучением

Конструктивный элемент панельного отопления нагретыми поверхностями из минеральных строительных материалов, от которого передаётся тепло излучением.

Опорная конструкция

Конструктивный элемент для установки в кафельную печь/открытый камин таких компонентов как печная топка, каминная топка, каналы для продуктов сгорания и т. д.

Опорная рама

Смотрите раму цоколя.

Поворот

Изменение направления движения продуктов сгорания или потока воздуха.

Соединительный элемент

Труба, которая отводит дымовые газы в дымовую трубу.

Воздух на горение

Смотрите воздух.

Воздуховод для подвода воздуха на горение

Конструктивный элемент, через который воздух на горение подводится к источнику тепла.

Облицовка

Конструктивный элемент, который окружает снаружи стены топки, стены зольного отсека и дымовой камеры, а также при необходимости конвекционный короб и относящийся к нему слой изоляции и кладки.

Примечание 1: Стены здания могут быть облицовкой. Облицовка может полностью или частично охватывать соединительный элемент.

Примечание 2: Оболочки свободно стоящих источников тепла или облицовки, поставляемые вместе с источником тепла и выполненные заводским способом, не подпадают под оболочки, рассматриваемые в данном директивном документе.

Заменяемые элементы

Заменяемые элементы - это детали источника тепла, применяемые по назначению, которые нужно неоднократно менять в пределах их срока годности.

Полная нагрузка отопления

Полная нагрузка отопления покрывает общую отопительную нагрузку здания.

Кладка

Конструктивный элемент из минеральных негорючих строительных материалов перед защищаемыми стенами.

Дверца для обслуживания

Конструктивный элемент, который может быть установлен с той стороны источника тепла, где располагается помещение для обслуживания.

Тепловая нагрузка

Смотрите мощность горения.

Теплоизоляция

Конструктивный элемент для сокращения отдачи тепла строительным конструкциям, например, стенам примыкания.

Тепловая мощность

Количество полезного тепла, выделяемого в единицу времени.

Обслуживание

Мероприятие для сохранения источника тепла в требуемом рабочем состоянии.

Коэффициент местного сопротивления, коэффициент Зета (ζ)

Безразмерная величина для определения падения давления в трубах из-за местных сопротивлений, таких как, например, изменения направления, решётки, клапаны.

Коэффициент полезного действия

Выраженное в процентах отношение тепловой мощности к тепловой нагрузке.

Продолжительность процесса горения

Свойство источника тепла сжигать топливо в течение заданного времени (периода).

Дополнительное отопление

Источники тепла, панельное отопление или очаг, которые используются как дополнительные к основной конструкции системы отопления.

Клинья, клиновые камни

Керамические элементы для укладки кафеля.

3 Материалы, строительные материалы и изделия

3.1 Общие требования

Материалы и строительные элементы, входящие в конструкцию, которые подрядчик поставляет и монтирует, должны быть новыми, не бывшими в использовании, если иное не предписано в техническом задании. Они должны быть пригодными для соответствующего использования.

Строительные изделия должны иметь одно из нижеперечисленных подтверждений со стороны строительных нормативных документов:

- Знак CE или знак Ü (декларация производителя)
Перечень строительных правил и норм А часть 1
- Знак CE или знак Ü (декларация производителя)
(общий допуск к эксплуатации со стороны строительного надзора от Немецкого Института Строительной Техники)
Перечень правил и норм В часть 2
- общее свидетельство, выданное аккредитованной испытательной лабораторией по строительному надзору
Перечень строительных правил и норм А часть 2
- Общий допуск к эксплуатации, выданный Немецким Институтом Строительной Техники
- В отдельных случаях согласование высшего ведомства по строительному надзору конкретной федеральной земли.

Все строительные материалы, используемые для теплоаккумулирующей / конвективной камеры (за исключением вяжущих для штукатурки и массы для швов в соответствии с разделом 3.6 и теплоизоляционных материалов в соответствии с разделом 3.7) должны выдерживать температурные нагрузки не менее 500° С.

Должны соблюдаться требования, предъявляемые к строительным материалам и конструкциям, а также технологические и архитектурные правила и стандарты.

Натуральные строительные материалы (глина, песок и др.) должны быть пригодными для целей использования и выдерживать все обычно возникающие нагрузки.

3.2 Печной кафель

Керамический печной кафель производится преимущественно в форме квадрата или прямоугольника. Лицевая поверхность может быть гладкой или профилированной, боковые кanten лицевой поверхности могут быть покрытыми или не покрытыми глазурью, шлифованными.

Рисунок 3.1 Обозначения для печного кафеля



Для керамического печного кафеля действуют размеры, задаваемые производителем. Печной кафель должен быть пригодным для надлежащего использования.

3.2.1 Обрабатываемость

Керамический печной кафель должен быть пригоден как к ручной обработке, так и обработке машинным способом.

3.2.2 Водопоглощение

Водопоглощение не должно превышать 12 % от веса.

3.2.3 Структура внешней поверхности

Допустимы волосяные трещины в глазури лицевой поверхности, которые обусловлены технологией глазурирования и обжига. Не допустимыми являются места, не покрытые слоем глазури, наплавления и впадины на лицевой стороне, вследствие чего существенно ухудшается общий эстетический вид. Для эффектной и особой глазури действуют данные производителя.

3.2.4 Точность размеров

Допустимые отклонения размера длины канта кафеля:


Таблица 3.1 Предварительно отшлифованный печной кафель

Обозначение	Отклонения
Высота и ширина	$\pm 1,0$ мм
Прямолинейность канта	$\pm 0,5$ мм
Прямоугольность	$\pm 0,5$ мм
Искривление плоскости	$\pm 1,0\%$

Таблица 3.2 Печной кафель с кантом, покрытым глазурью

Обозначение	Отклонения
Высота и ширина	$\pm 1,5$ %
Прямолинейность канта	$\pm 0,75$ %
Прямоугольность	$\pm 0,75$ %
Искривление плоскости (выпуклость и перекося)	$\pm 1,5\%$

Таблица 3.3 Особые элементы печного кафеля

Обозначение	Отклонения
Прямоугольность угловых элементов и элементов сидений 	$\pm 1,5\%$

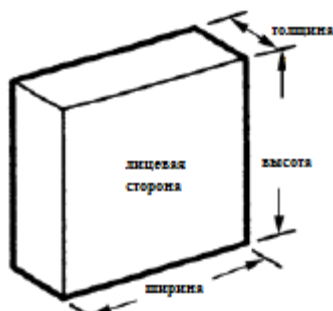
3.3 Кафельные камни

3.3.1 Структура

Кафельные камни должны быть выполнены таким образом, чтобы из них можно было устанавливать облицовку вертикально без особых вспомогательных мер.

Лицевая сторона может быть гладкой или профилированной, с нанесением глазури, канты могут иметь или не иметь внешний слой глазури. Размеры задаются производителем.

Рисунок 3.2: Обозначения кафельного камня



Структура внешней поверхности смотрите печной кафель.


3.3.2 Точность размеров

Допустимые отклонения размеров по отношению к длине ребра.

Таблица 3.4: Кафельные камни с рёбрами/без рёбер, покрытыми глазурью

Обозначение	Отклонения	
	ручная работа	Машинный пресс
Высота и ширина	$\pm 1,5\%$	$\pm 0,75\%$
Прямолинейность канта	$\pm 1,0\%$	$\pm 1,0\%$
Прямоугольность	$\pm 1,5\%$	$\pm 1,0\%$
Искривление плоскости	$\pm 1,25\%$	$\pm 1,0\%$

Таблица 3.5: Особые элементы печного камня

Обозначение	Отклонения
Прямоугольность угловых элементов и элементов сидений 	$\pm 1,5\%$

Иные отклонения в размерах согласовываются между заказчиком и изготовителем.

3.4 Керамические, минеральные строительные материалы

3.4.1 Керамические строительные материалы

Шамотные камни, плиты и фасонные элементы - это огнеупорные или высокоогнеупорные строительные материалы согласно DIN 51060 «Огнеупорные керамические сырьё и материалы; понятия; огнеупорный, высокоогнеупорный».

Соответствующая область применения, границы использования и методы обработки указаны производителем.

Таблица 3.6: Требования к стандартному шамоту

Свойства	Сокращенное обозначение	Единица измерения	Требуемые показатели
Огнестойкость	Конус Зегера	SK	>15(от 1440°C)
Плотность	ρ	кг/дм ³	1,75...2,1
Открытая пористость	Po	V.-%	26...33
Температура применения	AWT	°C	≥1150
Стойкость к изменениям температуры	TWB (вода)	n	≥25
Тепловое расширение (линейное)	WD	% мм/м	≤0,6 (при 1000°C) ≤6 (при 1000°C)
Точность размеров		мм	<100мм: ± 3,0
Теплопроводность	λ 20...400°C λ 400...800°C	Вт/мК	0,65...0,90 0,75...0,95
Удельная теплоёмкость	c 20...400°C c 400...800°C	Втч/ (кг К)	0,21...0,26 0,26...0,32
Удельная аккумуляция тепла	c 20...400°C c 400...800°C	Втч/(дм ³ К)	0,37...0,55 0,46...0,67

Таблица 3.7: Требования к тяжелому шамоту:

Свойства	Сокращенное обозначение	Единица измерения	Требуемые показатели
Огнестойкость	Конус Зегера	П	>15(от 1440°C)
Плотность	ρ	Кг/дм ³	2,3...2,6
Открытая пористость	Po	V.-%	22...26
Температура применения	AWT	°C	≥1150
Стойкость к изменениям температуры	TWB (вода)	N	≥25
Тепловое расширение (линейное)	WD	% мм/м	≤0,7 (при 1000°C) ≤7 (при 1000°C)
Точность размеров		мм	<100мм: ± 3,0
Теплопроводность	λ 20...400°C λ 400...800°C	Вт/мК	0,65...0,90 0,75...0,95
Удельная теплоёмкость	c 20...400°C c 400...800°C	Втч/ (кг К)	0,21...0,26 0,26...0,32
Удельная аккумуляция тепла	c 20...400°C c 400...800°C	Втч/(дм ³ К)	0,48...0,68 0,60...0,83

Для других теплоаккумулирующих материалов необходимо получение подтверждающего свидетельства со стороны строительного надзора. (Смотрите раздел 3.1)

3.4.2 Минеральные строительные материалы

Минеральные строительные материалы должны соответствовать требованиям норм.

- Строительный кирпич DIN V 105 часть 1:2002-06
 DIN105 часть3:1984-05
- Камень для кладки стен DIN V 106 часть 1:2003-02
- Блоки из пористого бетона DINV4165:2003-6
- Пустотелый блок из лёгкого бетона DINV18151:2003-10
- Полнотелые камни и блоки из лёгкого бетона DINV18152:2003-10
- Пористый бетон - Строительные панели DIN 4166
- Стеновые панели из легкого бетона, неармированные DIN 18162
- Стеновые панели из гипса; характеристики, требования, испытания согласно DIN 18163

3.4.3 Полнотелые необожжённые глиняные камни без органических добавок, требования в соответствии с DIN V 105-1

Таблица 3.8

Характеристики	Сокращенное обозначение	Единица измерения	Требуемые показатели
Плотность	ρ	кг/дм ³	1,1...2,2
Теплопроводность	λ 20...400°C	Вт/мК	0,5...1,4
Удельная теплоёмкость	c 20...400°C	Втч/(кг К)	0,28
Прочность на сжатие	N	Н/мм ²	2...4

3.5 Штукатурка и окраска

Температуры активных поверхностей источников тепла в соответствии с данными Техническими Правилами в зависимости от конструкции и типа источника тепла могут достигать 120°C.

Поэтому для использования на активных поверхностях, то есть в местах с высокой температурной нагрузкой, подходят только те побелки и штукатурки, использование которых исключает химические или физические изменения вследствие высоких температур (например, на основе мрамора, извести, казеина, силиката). При возникающих температурах не должны выделяться вредные вещества в опасных для организма количествах. Дисперсионная краска с высокой долей консервантов исключена.

На оштукатуренной лицевой поверхности не должно быть трещин толщиной более 0,8 мм. Допускается большое количество трещин или их концентрация с толщиной до 0,2 мм, так как это не влияет на ухудшение технологических или строительных физических свойств штукатурки.

Для достижения однородности активной и пассивной поверхности предусмотрена возможность использования армирования (например, стекловолокно, металлическая оплетка).

3.6 Связующие материалы, материалы для швов, проволока для кламмеров

Связующие материалы и материалы для швов для керамических и минеральных строительных материалов должны отвечать условиям эксплуатации согласно назначению. Они не должны давать усадку; во время эксплуатации недопустимо появление вредных запахов и эмиссия вредных веществ.

Инструкция должна содержать все необходимые данные по надлежащей переработке.

Для кламмеров должна использоваться нелегированная, холоднотянутая стальная проволока с минимальным диаметром 2,8 мм согласно DIN 17233-1.

3.7 Изоляционные материалы и их заменители

3.7.1 Изоляционные материалы из каменных и шлаковых волокон

Маты, плиты и оболочки из силикатных изоляционных материалов (каменное, шлаковое волокно) должны соответствовать классу строительных материалов A1 DIN 4102 часть 1 с предельной температурой применения не менее 700°C по DIN EN 14303. Номинальная плотность не должна быть менее 80 кг/м³.

3.7.2 Заменители изоляционного материала

Прочие изоляционные материалы, так называемые заменители, например, из вермикулита, силиката кальция, керамзита или других минеральных материалов должны иметь общий допуск к эксплуатации со стороны строительного надзора от немецкого института строительной техники.

3.7.3 Базовые изоляционные материалы

При определении толщины и структуры изоляционного материала следует принять в качестве базовой величины толщину изоляционного материала из каменного или шлакового волокна согласно DIN EN 14303 с коэффициентом теплопроводности от 0,04 Вт/мК.

При применении заменителей изоляционных материалов необходимо произвести перерасчёт толщины на соответствие базовому. При этом нужно использовать соответствующие алгоритмы, таблицы, диаграммы по перерасчету согласно указаний со стороны строительного надзора.

3.8 Металлические строительные материалы

Металлические материалы должны отвечать следующим требованиям:

- листовая сталь, профиль, стальной прокат DIN 1623
- горячекатаные изделия из конструкционной стали, нелегированной стали DIN EN 10025-2
- нержавеющая сталь DIN EN 10088
- чугун с пластинчатым графитом (серый чугун) DIN EN 1561

3.9 Печные топки, каминные топки, каминные кассеты, элементы очагов, изготовленные заводским способом

3.9.1 Требования к строительным изделиям

Применяемые строительные изделия должны соответствовать целям использования.

Печные и каминные топки, а также каминные кассеты со строительными элементами для подачи воды или встроенными теплообменниками должны проверяться вместе с этими строительными элементами, и иметь подтверждение пригодности к использованию со стороны строительного надзора на всю конструкцию целиком, или, при обязательности получения знака CE, подтверждение применимости со стороны строительного надзора. Каминные и печные топки, а также каминные кассеты, не подпадающие под действие DIN EN 13229, но подлежащие обязательной маркировке знаком CE, должны иметь подтверждение применимости со стороны строительного надзора.

- Обогреватели для помещений газовые, понятия, требования, обозначение, испытание DIN 3364 часть 1, знак CE
- Обогреватели для помещений, печные топки, соединённые с дымовой трубой, DIN 3364 часть 2, знак CE
- Печные топки на дизельном топливе с испарительной форсункой DIN 4731
- Печные топки на твёрдом топливе для установки в кафельных печах/оштукатуренных печах DIN 18892 или DIN EN 13229
- Источники тепла на твёрдом топливе для эксплуатации с открытыми топками (открытые каминные) DIN 18895 часть 1 или DIN EN 13229
- каминные кассеты для монтажа или для последующей установки в открытые каминные, а также каминные топки и каминные кассеты с самозакрывающимися дверцами DIN 18895 часть 3 или DIN EN 13229
- DIN EN 613 Конвекционные обогреватели помещений на газообразном топливе
- DIN EN 509 Декоративные газовые приборы с эффектом горения
- Элементы очагов на твёрдом топливе DIN EN 12815

3.9.2 Обязательные данные от производителя

Для использования строительных изделий и расчёта размеров источников тепла обязательны следующие данные производителя.

**Данные производителя по TROL
для печных топок, каминных топок, каминных кассет и очагов-обогревателей с развитой
поверхностью**

Общее описание

Определение источника тепла или топки как

Печная топка

Каминная топка

Каминная кассета

Очаг-обогреватель с развитой поверхностью

Предусмотренное производителем или возможное использование в качестве конструкции определённого строительного типа согласно TROL

2.1.1.2 - конвекционная печь

2.1.1.3 – воздушное отопление с естественной циркуляцией

2.1.1.4 – источник тепла для отопления двух этажей

2.1.2.1 – открытый камин, строительный тип А

2.1.2.3 – закрытый камин

2.1.2.3 – гипocaust

2.1.4.4 – очаг-обогреватель заводского изготовления с развитой поверхностью

Описание блока при использовании металлических каналов для продуктов сгорания (блок, который соответствует нормативным испытаниям, например, печная топка, труба для отвода продуктов сгорания 1 с диаметром, формой и поворотами, металлический канал для продуктов сгорания с точным изображением или описанием, границами системы, например, патрубки металлических каналов продуктов сгорания или труба для отвода продуктов сгорания 2 с диаметром, формой и поворотами)

Описание блока при использовании керамических каналов для продуктов сгорания
Сведения по конструкции и расчёту размеров (длины, поперечные сечения, формы сечений, максимальное количество поворотов или максимально допустимая требуемая тяга в каналах для продуктов сгорания)
Необходимость инструкции по растопке

Основные требования по использованию со стороны строительного надзора

Данные, например, знак соответствия СЕ, знак Ü со стороны строительного технического надзора

Описание топки при использовании керамических каналов для продуктов сгорания согласно TR OL

Топка или кассета пригодна для строительства рядом с ней керамических дымовых каналов для движения продуктов сгорания, монтажная инструкция должна содержать указания по расчету размеров каналов в соответствии с TR OL, данные о необходимости указаний по растопке, возможно, какие-либо особые исходные данные по расчёту или особые ограничения (например, по f_{AL} , $A_{Z,min}$, $A_{Z,max}$, раздел 15)

Данные по температуре

Температура дымовых газов на выходе из патрубков для заданных металлических или керамических каналов для продуктов сгорания, в °С.

заданные каналы для движения продуктов сгорания в соответствии с данными производителя и соответствующими испытаниями

Температура продуктов сгорания в патрубках для отвода продуктов сгорания при эксплуатации с керамическими каналами по TR OL, в °С.

Данные по мощности

Номинальная мощность, деление мощности, в кВт, Q_N

Деление мощности на части при наличии нагрузки на подогрев воды, деление мощности при возможности переключения, общая мощность в зависимости от возможности переключения, диапазон мощности

Мощность топки или вставки без каналов для продуктов сгорания при эксплуатации с керамическими газоходами, в кВт, Q_{HE} .

Мощность патрубков продуктов сгорания при эксплуатации с керамическими каналами для продуктов сгорания, в кВт.

Мощность с фронтальной поверхности прибора, т.е. фронтальной плиты, дверцы топки и стекла, в кВт, Q_{FR}
при соответствующей номинальной тепловой мощности или указанной мощности или способе эксплуатации

Данные по топливу

предписанный или разрешённый вид топлива

максимальное и минимальное количество при сжигании твёрдого топлива, в кг

максимальный и минимальный расход топлива при сжигании твёрдого топлива, в кг/ч, или минимальный или максимальный расход топлива при номинальной тепловой производительности при сжигании жидкого топлива или газа, в л/ч или м³/ч

возможно отклонение максимального расхода топлива при эксплуатации с керамическими каналами для продуктов сгорания согласно TR OL, кг/ч

Данные по обеспечению воздухом для горения

Объёмный расход воздуха для горения топлива, м³/ч

возможно отклонение максимального объёмного расхода воздуха для горения при эксплуатации с керамическими каналами для продуктов сгорания по TR OL, м³/ч

Требования и технические условия для подачи воздуха

Требования к трубопроводам для подачи воздуха на горение (например, отклонения от проекта по длине, минимальное поперечное сечение, максимальное число поворотов, максимальное давление, исполнение и строительные материалы, начиная от соединительных патрубков и до перехода на строительные материалы класса B2

Массовый расход дымовых газов

Массовый расход дымовых газов, в г/с

возможно отклонение массового расхода дымовых газов при эксплуатации с керамическими каналами для продуктов сгорания согласно TR OL, г/с

Данные о требуемой тяге

Требуемая тяга (общая величина для конструкции в целом с подтверждением применимости со стороны строительного надзора, например, печная топка с металлическими конвективными поверхностями и трубами для отвода продуктов сгорания), в Па, P_w

возможно отклонение требуемой тяги для печных или каминных топок или очагов, изготовленных заводским способом, при эксплуатации с керамическими каналами для продуктов сгорания согласно TR OL, в Па, $P_{w,HE}$

возможно максимально допустимая/предусмотренная/возможная тяга, в Па, $P_{w,max}$

Данные по КПД и эмиссии вредных веществ

Кoeffициент полезного действия КПД в %, результат испытаний

Эмиссия CO, в пересчёте на 13% O₂ в % от объёма, результат испытаний

Эмиссия твёрдых частиц в пересчёте на 13% O₂, в г/м³, результат испытаний

Данные о средствах регулирования и поперечном сечении

Средства регулирования

требуемые свободные (или постоянно открытые) сечения для подвода воздуха или циркуляции воздуха, возможно также максимально допустимые поперечные сечения, в см²

поперечные сечения теплоаккумулирующей или конвекционной камеры (средние или минимальное и максимальное поперечные сечения), в см²

расстояния от стенок теплоаккумулирующей камеры до облицовки, до каналов для движения продуктов сгорания, или экранов защиты от излучения, возможные отклонения расстояний от тепловой изоляции стен примыкания, в см

Данные по противопожарной и теплозащите

Толщина изоляционных слоёв или теплозащитные мероприятия для не защищаемых поверхностей примыкания, в см

возможны отклонения в толщине слоёв изоляции или теплозащитных мероприятиях при использовании источника тепла для отопления двух этажей для не защищаемых поверхностей примыкания, в см

возможны отклонения в толщине слоёв изоляции или теплозащитных мероприятиях при использовании гипокауста для не защищаемых поверхностей примыкания, в см

толщина изоляционных слоёв или теплозащитные мероприятия для защищаемых поверхностей примыкания, в см

возможны отклонения в толщине слоёв изоляции или теплозащитных мероприятиях при использовании источника тепла для отопления двух этажей для защищаемых поверхностей примыкания, в см

возможны отклонения в толщине слоёв изоляции или теплозащитных мероприятиях при использовании гипокауста для защищаемых поверхностей примыкания, в см

Прочие данные

Прочие данные соответствуют требованиям, изложенным производителем в соответствующих производственных стандартах на выпускаемую продукцию, или в инструкциях по установке, монтажу и обслуживанию.

3.10 Воздуховоды

3.10.1 Строительные материалы для воздуховодов

Воздуховоды приточного и циркуляционного воздуха, их фасонные части и принадлежности должны состоять из не горючих, сохраняющих форму, износостойких материалов (DIN 4102 A1)

Воздуховоды для удаления воздуха, подачи воздуха извне, подачи воздуха на горение, их фасонные части и принадлежности могут также состоять из воспламеняющихся строительных материалов (DIN 4102 B2), за исключением трубопроводов/частей трубопроводов внутри источника тепла, которые должны выдерживать температурные нагрузки не менее 500 °С.

3.10.2 Круглые воздуховоды и фасонные элементы

Круглые воздуховоды и фасонные элементы могут состоять, например, из:

- листовой стали (включая спиральные воздуховоды), прочность и плотность по DIN EN 12237
- полимеров, плотность и устойчивость к температурам по DIN EN 476, например, трубы из полипропилена или ПВХ
- строительных элементов из металла или нержавеющей стали для дымовых труб по DIN EN 1856-1

3.10.3 Прямоугольные воздуховоды и фасонные элементы

Прямоугольные воздуховоды и фасонные элементы могут состоять, например, из:

- листовой стали (фальцованной, сварной), прочность и плотность по DIN EN 1507
- полимеров, прочность и устойчивость к температурам по DIN 476
- жёстких плит из минерального волокна, армированного стекловолокном, с прочной внешней поверхностью, класс строительных материалов A2 по DIN 4102, часть 1.

3.11 Решётка для воздуха / кафель для воздуха

Воздушные решётки для приточного воздуха (тёплого воздуха), циркуляционного воздуха должны состоять из негорючих строительных материалов (DIN 4102 A1).

Имеющиеся запорные устройства должны быть легко управляемыми, положения открыто/закрыто легко различимы, при необходимости должны быть описаны в инструкции по эксплуатации, не допустимо самопроизвольное изменение положения запорных устройств.

Решётки для воздуха/кафель для воздуха должны быть обтекаемыми, необходимо исключить острые кanten на внутренней стороне выпускного воздушного отверстия. Свободное сечение воздушной решетки/кафеля для воздуха задаёт производитель.

Необходимо исключить выход воздуха между верхним элементом и монтажной рамой при помощи эластичных уплотнений или придания соответствующего профиля.

Решётки, верхние элементы рамки и монтажные рамки должны иметь защищённую внешнюю поверхность и быть устойчивыми к воздействию температуры.

3.12 Уплотнительные материалы

Должны быть устойчивыми к старению и температурам и быть пригодными для предусмотренных целей использования.

3.13 Конструкции для подачи жидкого топлива

Строительные элементы системы подачи жидкого топлива должны соответствовать требованиям и положениям соответствующих законов и предписаний, а также перечисленным правилам, в особенности:

- предписание о горючих жидкостях (VbF)
- предписание по предотвращению загрязнения воды различными конструкциями (VAwS)
- технические правила по горючим жидкостям (TRbF)
- технические правила по веществам, загрязняющим воду, (TRwS)
- DIN EN 12514, части 1 и 2, конструкции подачи топлива в жидко-топливные горелки
- DIN 4755, конструкции для сжигания жидкого топлива, технические правила монтажа конструкций для сжигания жидкого топлива
- DIN 51603 часть 1, жидкое топливо - мазут, дизельное топливо
- DIN 6608, DIN 6616, DIN 6619, DIN 6623, ёмкости из стали
- DIN 6625, изготавливаемые по месту ёмкости из стали.

3.14 Конструкции для подачи газа

Строительные элементы системы подачи газа должны соответствовать требованиям и положениям Технических правил установки газовой аппаратуры DVGW-TRGL, рабочий лист G600.

4. Конструкция, основные положения, общие требования

4.1 Требования при подготовке к строительству

Исполнитель должен проверить строительные условия, подходят ли они для конструкции его мощности. Он должен безотлагательно письменно сообщать заказчику сомнения, если строительные условия не соответствуют предусмотренной конструкции.

Номинальная мощность источника тепла должна покрывать рассчитанную по DIN EN 12831 отопительную нагрузку (полное отопление) или согласованную отопительную нагрузку (дополнительное отопление). Дополнительное отопление не предусматривает полного покрытия отопительной нагрузки здания. В этом случае номинальная мощность должна быть согласована.

Должны быть соблюдены соответствующие положения свода федеральных нормативных документов по строительству, предписания по пожарной безопасности и административные предписания. Подтверждение достаточного обеспечения источника тепла воздухом для сгорания топлива необходимо выполнять в соответствии с разделом 5.

Конструкция для удаления дымовых газов должна соответствовать предусматриваемому источнику тепла. Особое внимание следует обратить на класс устойчивости к возгоранию сажи, класс по температуре и класс устойчивости к воздействию конденсата (для источников тепла на пеллетах, как правило, влажный режим эксплуатации).

Все строительные материалы, подвергаемые температурным нагрузкам, должны быть пригодными для работы при ожидаемых температурах, при необходимости должны быть предприняты соответствующие меры защиты, например, применение изоляционных материалов в соответствии с разделом 3.7. Нужно принимать во внимание обусловленное нагреванием тепловое удлинение.

Для оснований (например, цоколей) источников тепла в соответствии с разделом 2.1 обратить особое внимание на достаточную прочность на сжатие (вес конструкции) используемых строительных материалов, а также на влияние температур, которые оказывают отрицательное влияние на прочность материалов.

Внутри и на стенах примыкания допустимо применять только особые электрические провода (смотри раздел 6.1).

Источники тепла в соответствии с данными Техническими правилами не должны устанавливаться на полах с системами напольного отопления. В противном случае необходимо предусмотреть соответствующие меры по распределению нагрузки.

При работе с кафелем, штукатуркой, смесями, клеями и т.д. необходимо обращать внимание на данные производителя.

Для источников тепла, которые подлежат контролю по 1-му Федеральному предписанию по защите от эмиссии вредных выбросов (1.BImSchV), необходимо предусмотреть доступные отверстия для измерений.

Для печей на твёрдом топливе необходимо предусматривать возможность проведения измерений и осмотра в области подключения к дымовой трубе.

4.2 Ориентировочное определение тепловой нагрузки

Описываемый метод не является заменой расчёта отопительной нагрузки по DIN EN 12831. Результаты представляют лишь ориентировочные значения для определения необходимой тепловой мощности источника тепла, используемого в качестве дополнительного отопления.

В основе этого метода лежит определение общей площади поверхностей помещения ($A_{\text{н}}$) с установленным источником тепла, через которые происходят потери тепла, то есть определение суммы площадей, которые граничат с не отапливаемыми помещениями или наружным воздухом, и фактор ($f_{\text{н}}$) для суммарной площади в зависимости от типа здания (смотри таблицу 4.1).

$$\Phi'_{\text{TR OL}} = A_U \cdot f_u \quad [\text{уравнение 4.1}]$$

$\Phi'_{\text{TR OL}}$: ориентировочная средняя отопительная нагрузка по TR OL, в кВт

A_U : Сумма всех площадей (стены, потолки, полы, окна, крыша и т. д.), граничащие с не отапливаемым помещением или наружным воздухом, в м²

f_u : Фактор для учета средней величины потерь тепла

Таблица 4.1: Факторы ориентировочной средней тепловой нагрузки

Тип здания	фактор f_u
Здания, построенные до 1958 г.	69 Вт/м ² потери тепла с суммарной площади
Здания, построенные в 1959...68 г.	65 Вт/м ² потери тепла с суммарной площади
Здания, построенные в 1969...73 г.	58 Вт/м ² потери тепла с суммарной площади
Здания, построенные в 1974...77 г.	44 Вт/м ² потери тепла с суммарной площади
Здания, построенные в 1978...83 г.	36 Вт/м ² потери тепла с суммарной площади
Здания, построенные в 1984...94 г.	29 Вт/м ² потери тепла с суммарной площади
Теплозащита по V '95	23 Вт/м ² потери тепла с суммарной площади
Предписание по энергосбережению EnEV	15 Вт/м ² потери тепла с суммарной площади

Поверхности с высокой долей стекла (более 50%) нужно рассчитывать отдельно.

4.3 Защита статической устойчивости здания

Кафельные и оштукатуренные печи, открытые каминные, закрытые каминные и кафельные каминные в зависимости от их веса допустимо устанавливать только на достаточно прочное основание или межэтажное перекрытие. Необходимо обратить внимание на несущую способность пола, например, полов с плавающей стяжкой. В перекрытиях без достаточного поперечного распределения нагрузки, например, в перекрытиях из деревянных балок, допускается распределение нагрузок при помощи армированной железобетонной плиты с минимальной толщиной 6 см.

4.4. Облицовка

Источники тепла должны иметь облицовку со всех сторон за исключением предусмотренных конструкцией отверстий, варочных плит и обзорных стёкол.

Облицовка может быть выполнена из:

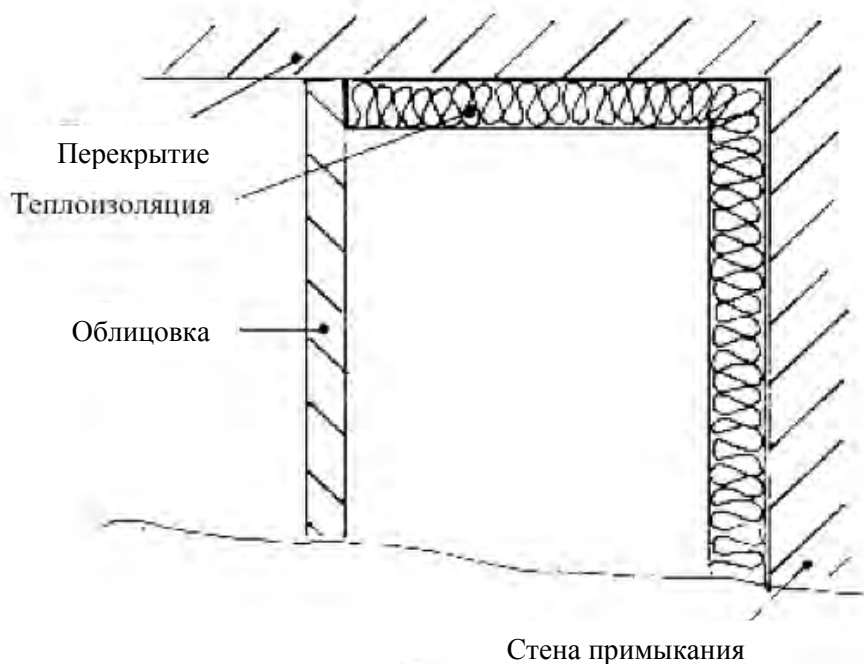
- из керамического печного кафеля,
- из шамота в соответствии с разделом 3.4.1, при необходимости со штукатуркой,
- из натурального камня (например, горшечный камень без примеси асбеста, гранит),
- из кирпича согласно DIN 105-1, DIN 105-3 и DIN 105-5
- из полнотелых камней согласно DIN 106-1, DIN 4165, DIN 18 151 или DIN 18 152,
- из равноценных стройматериалов особого формата (например, кирпич ручной формовки),
- из литьевого бетонного камня согласно DIN 18 500,
- из полнотелых необожженных камней согласно разделу 3.4.3 (за исключением сырца)
- из металла или
- из подходящего стекла.

Допускается выполнять облицовку дымовой камеры открытых каминов штукатуркой по несущим поверхностям из негорючих строительных материалов класса А1 (согласно DIN 4102).

Облицовка источников тепла согласно DIN EN 13229 должна примыкать к защищённым стенам здания. Толщина защитного слоя должна быть минимум 10 см, он должен состоять из минеральных строительных материалов. Стены здания считаются защищёнными, если их толщина минимум 10 см и они состоят из негорючих строительных материалов.

При применении изделий из пористого бетона недопустима долговременная температурная нагрузка более 100 °С. При необходимости предусмотреть достаточную теплоизоляцию в соответствии с разделом 3.7.

Рис. 4.1: Обозначение деталей облицовки и перекрытия



4.5 Температуры внешних поверхностей

4.5.1 Температуры внешних поверхностей облицовки

Температура поверхности облицовки, на которую могут быть установлены какие-либо предметы, а также температура поверхности сидений и спинок скамеек не должна превышать 85 °С в эксплуатационном режиме. Температуры поверхности облицовки на других участках конструкции могут повышаться до 120 °С, при условии, что они не примыкают к защитным конструктивным элементам или к мебели (смотри раздел 6.2.6).

Эти температурные ограничения не относятся к дверцам топки, стеклу в дверце топки, передней панели, варочной панели и т.д.

4.5.2 Температуры поверхностей элементов обслуживания

Элементы обслуживания должны быть расположены таким образом, чтобы температура их поверхностей не превышала комнатную температуру не более чем на:

35 К для металлов;

45 К для фарфора, эмали или похожих материалов;

60 К для полимеров, резины или дерева

В противном случае нужно предусматривать соответствующие инструменты обслуживания.

4.6 Активные/неактивные внешние поверхности

Расположение активных/неактивных поверхностей может быть оговорено с клиентом. При необходимости расположение и размер этих поверхностей должны быть оформлены документом.

4.7. Печной кафель

4.7.1 Установка кафеля

Печной кафель, устанавливаемый без швов, должен быть обрезан точно по углам, и отшлифован. При монтаже печного кафеля с одинаковой толщиной шва элементы кафеля, устанавливаемые друг над другом, должны иметь одинаковую ширину, а элементы, устанавливаемые рядом друг с другом - одинаковую высоту.

На бесшовной отшлифованной готовой кафельной поверхности не должно быть отверстий или неровностей. По статическим условиям недопустимы пустоты в опорных поверхностях и поверхностях сидений. Допускаются волосяные швы при условии, что они заполнены подходящим материалом. Их толщина не должна составлять более 0,15% высоты или ширины печного кафеля.

Если не согласовано иное, при установке кафеля без швов, все кафельные поверхности конструкции, в том числе каминные полки, плиты, перекрытия устанавливаются также без швов.

Печной кафель с кантами, покрытыми глазурью, может устанавливаться со швами. Толщина шва может быть согласована, либо выбирается соответствующей общему виду поверхности.

Если не согласовано иное, допустимы отклонения по ширине шва максимум в два раза допустимых отклонений по высоте и ширине (смотри таблицу 3.2).

При установке печного кафеля без швов канты зачищаются.

Установка кафельных элементов должна происходить с использованием клея или смесей в соответствии с разделом 3.6, а также соответствующих вкладышей. Необходимо обращать внимание на инструкции по монтажу производителей кафеля и производителей клеев и смесей.

4.7.2 Крепление кафеля кламмерами

Угловые элементы из кафеля необходимо закреплять двумя кламмерами по румпе. Отверстия в кафельной облицовке шунтировать кламмерной проволокой или другими подходящими строительными материалами.

Возможны также иные равноценные меры по указаниям производителя кафеля и производителя заменителя кламмеров.

4.7.3 Заполнение кафеля

Печной кафель в активных поверхностях должен быть футерован подходящими шамотными камнями или другими материалами с аналогичной теплоёмкостью так, чтобы внутренние поверхности оставались гладкими и износостойкими. Наличие полостей недопустимо.

Необходимо использовать клей в соответствии с рекомендациями производителя.

Для футеровки печного кафеля подходят шамотные камни и смеси на основе глины или шамота.

4.7.4 Распределение по цвету, разнице в глазури, колере

Печной кафель, имеющий различия по цвету глазури на лицевой стороне, необходимо разложить и его использование согласовать.

4.8 Кафельные камни

Кафельные камни должны быть установлены с использованием клеев и смесей в соответствии с разделом 3.6 со швами, заполненными смесями. Необходимо обращать внимание на одинаковую толщину швов. Допустимы отклонения, приведённые в таблице 3.4. Швы должны быть выполнены из материала, указанного в разделе 3.6.

4.9 Топки, собранные вручную

Такие топки выполняются индивидуально (не серийно), по месту, вручную (не на заводе).

Топки, собранные вручную, в зависимости от типа источника тепла должны быть рассчитаны и смонтированы в соответствии с требованиями настоящих технических правил. Для них с точки зрения строительного права не существует других технических правил. Таким образом они отвечают профессиональным требованиям (согласно перечню строительных правил немецкого института строительной техники DIBt) а также общепризнанным правилам техники и градостроительства (в соответствии с требованиями федеральных строительных норм).

Топки, собранные вручную - это составная часть теплоаккумулирующих печей, открытых каминов, очагов и духовых шкафов. Согласно разделу 3.1 они могут состоять из отдельных камней или частей, подлежащих обработке, или из отдельных подготовленных строительных частей или строительных модулей.

Исполнитель конструкции несёт ответственность за соблюдение всех требований настоящих правил.

Если используются топки, которые изготавливаются в виде комплекта строительных компонентов или в виде полного комплекта, выпускаемого серийно, и подгонка или изменения по месту невозможны и не предусмотрены, то соответствующие данные по расчёту размеров и технические характеристики должны быть предоставлены производителем топки. Такие топки являются составной частью технической конструкции источника тепла.

Для них требуется инструкция по использованию, утверждённая строительным надзором.

Топки, собранные вручную, должны быть смонтированы таким образом, чтобы они могли выдерживать нормальные термические и статические нагрузки в течение длительного времени. Элементы внутренних стен топки могут быть заменяемыми.

4.10 Керамические каналы для продуктов сгорания, керамические элементы, контактирующие с огнём

4.10.1 Конструкция и расположение.

Керамические каналы для движения продуктов сгорания должны быть расположены таким образом, чтобы тепло продуктов сгорания наилучшим образом передавалось активной поверхности или теплоносителю. Соотношение сторон канала прямоугольного сечения не должно превышать 1:2. От этого правила могут быть отклонения при предоставлении результатов соответствующей функциональной проверки.

Поверхности керамических каналов для продуктов сгорания, которые по конструктивным условиям (например, рядом со стеной примыкания) или по другим причинам не должны отдавать тепло, необходимо изолировать в соответствии с разделом 3.7 и разделом 6.

Каналы для продуктов сгорания могут выполняться лежащими или стоящими; внутренняя поверхность должна быть гладкой и износостойкой. Повороты должны выполняться благоприятно для движения потока (например, скруглённые/скошенные углы). Ревизионные отверстия для регулярной чистки и осмотра должны быть легкодоступны и выполнены в достаточном количестве. Если не согласовано иное, ревизионные отверстия должны быть выполнены так, чтобы верхняя крышка могла выниматься без существенных повреждений внешней поверхности.

Каналы для продуктов сгорания выполняются из шамотных камней, плит и фасонных элементов в основном многослойными, с перевязкой швов. Внешний слой может состоять из печного кафеля с защитным слоем (форшубом), шамотных плит или стального листа толщиной не менее 2 мм. Внешняя оболочка керамических каналов не должна мешать удлинению внутренней конструкции. Слои должны быть установлены либо свободно друг от друга, либо сцепление связующего материала, которым внешняя оболочка соединяется с внутренней, не должно быть выше прочности на сжатие используемых шамотных камней. Необходимо учитывать тепловое линейное удлинение.

Недопустимо использование полнотелых глиняных камней и сырца в конструкции топки или тех частей источника тепла, по которым движутся дымовые газы.

Если производителем закрытой топки, открытой топки, каминной кассеты или очага не задано иное, минимальные толщины стенок слоёв, состоящих из кафеля или шамотных камней, не должны быть менее указанных в таблице 4.2.

Возможны отклонения от представленных требований в случае, если производитель шамотных камней или камней для дымовых каналов допускает другие конструкции и предоставляет соответствующие данные по материалу (согласно таблицам 3.6 и 3.7).

Таблица 4.2: Минимальная толщина слоя из кафеля и шамотного камня

Толщина шамота	Первый канал	Последний канал
Канал, примыкающий к кафелю, (кафель + румпа смотри раздел 3.2, минимум 4 см)	Кафель + 4 см	Кафель + 2 см
Канал, примыкающий к активной внешней поверхности из шамотных камней	4 см + 4 см	3 см + 2 см
Канал, примыкающий к конвекционной шахте (с воздуховодами)	2 см + 4 см или 4 см + лист металла	2 см + 4 см или 4 см + лист металла
Канал, примыкающий к теплоизоляции, смотри раздел 6 (без воздухопроводов)	2 см + 4 см	2 см + 4 см

Шамотные камни, плиты и фасонные элементы для каналов продуктов сгорания должны соответствовать требованиям раздела 3.4.

Если конструкция предназначена для сжигания только древесного топлива, то каналы из листовой стали или литья без шамотного защитного слоя не подходят для использования, если только производителем топки не указано иное.

Каналы для продуктов сгорания должны выдерживать термические воздействия и быть настолько плотными, чтобы дымовые газы не могли выходить наружу в количестве, опасном для здоровья.

Для свободно стоящих источников тепла, расположенных у стены, допустимо учитывать обращённую к стене поверхность как активную, если расстояние до стены не менее 10 см.

Монтаж должен осуществляться с учётом диапазона мощности.

Каналы для продуктов сгорания, которые нагревают керамические сиденья скамеек, должны быть отключаемыми/переключаемыми или регулируемыми.

Рисунок 4.2: Конструкция керамического канала, примыкающего к облицовке

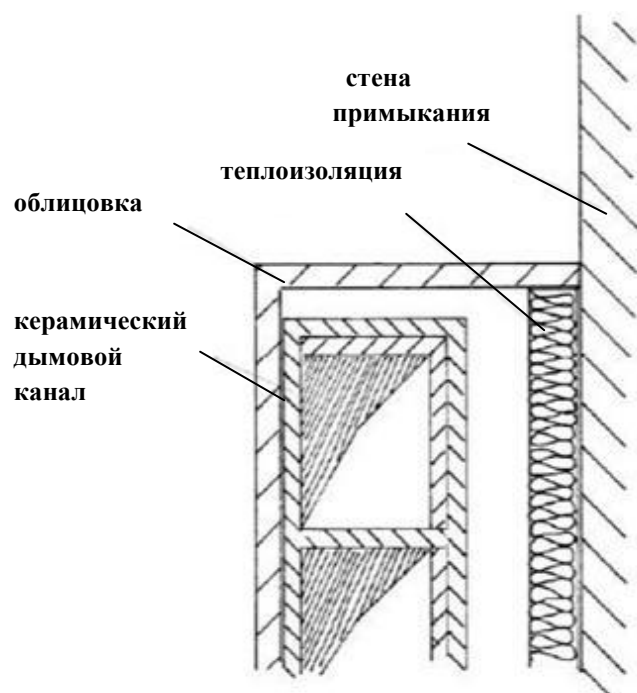


Рисунок 4.3: Конструкция керамического канала с отступом от облицовки

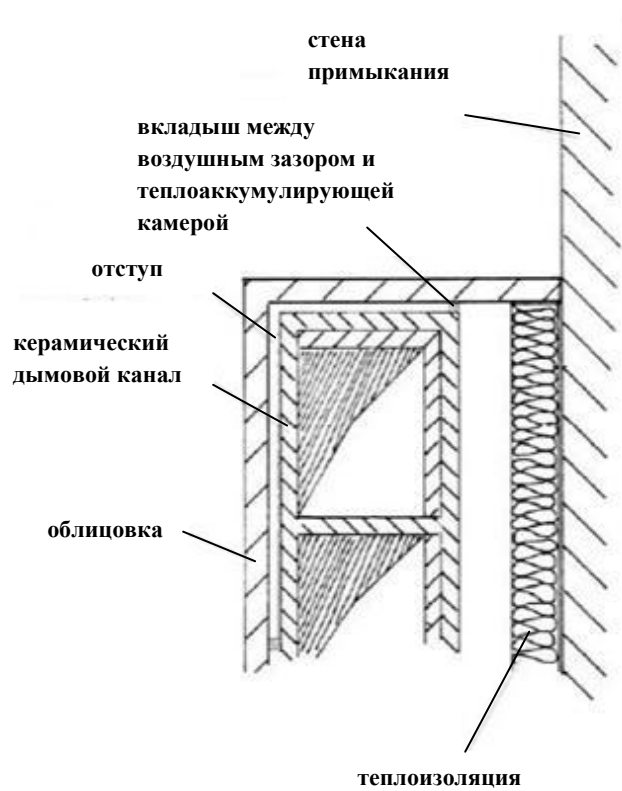
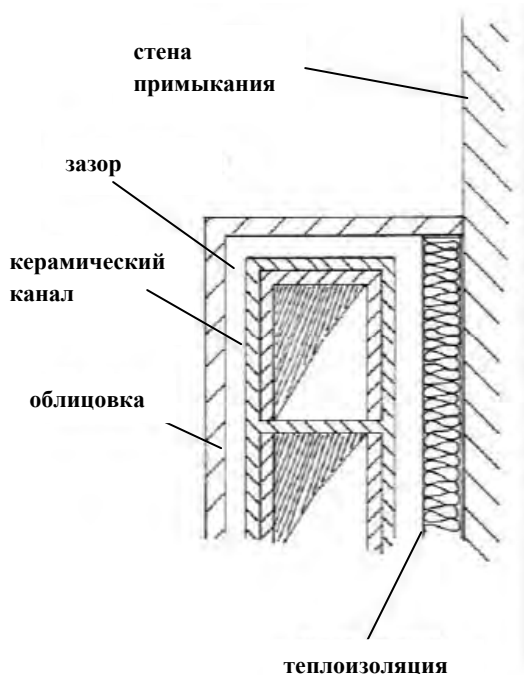


Рисунок 4.4: Конструкция свободно стоящего керамического канала

4.10.2 Приспособления для растопки

Клапаны или шиберы при использовании для растопки должны быть установлены так, чтобы продукты сгорания отводились в дымовую трубу кратчайшим путём. Это может быть отдельный короткий соединительный канал с клапаном или шибером. Приспособление для растопки должно быть пригодным для ожидаемых температур. Элемент обслуживания должен быть простым и пригодным для использования вручную. Положение приспособления для растопки должно быть видимым, и при необходимости должно быть описано в инструкции по обслуживанию. При соединении элемента обслуживания с приспособлением для растопки недопустимо появление каких-либо значительных утечек.

4.10.3 Байпас

В топке и/или керамических каналах для продуктов сгорания в самой верхней точке топки выполняется не закрываемый байпас так, чтобы дымовые газы могли постоянно отводиться напрямую к месту подключения источника тепла к дымовой трубе. Сечение байпаса необходимо определять по таблице 15.1.

4.11 Соединительные элементы и трубы для продуктов сгорания

Соединительные элементы и трубы для продуктов сгорания должны выдерживать температурные нагрузки.

Соединительные элементы и трубы для продуктов сгорания должны быть настолько плотными, чтобы дымовые газы в опасном для здоровья количестве не могли попасть в окружающую среду. Плотность может быть гарантирована, например, благодаря:

- сварной конструкции или
- напуску в 40 мм в местах соединения и использованию уплотнительных манжет;
- благодаря соединительным зажимам для труб одинакового диаметра, монтажная длина каждой стороны минимум 40 мм.

Металлические части соединительных систем должны соответствовать DIN V 18160 часть. При монтаже конструкций с печными топками действуют условия производителя.

Металлические трубы для отвода продуктов сгорания согласно разделу 3.8 должны быть изготовлены из листовой стали (толщиной не меньше 2 мм), серого чугуна GG 20 (толщиной не меньше 4 мм) или нержавеющей стали (толщиной не меньше 1 мм). Те же условия действуют и для соединительных патрубков открытых каминов.

4.12 Дроссельные устройства

Дроссельные устройства должны быть простым в обслуживании. Не допускается полностью закрывать сечение тракта для движения дымовых газов/продуктов сгорания. При полностью закрытом положении дроссельных устройств часть сечения должна оставаться свободной для движения потока газов и составлять не менее 3% от общей площади поперечного сечения, но не менее 20 см². Рабочее положение дроссельных устройств должно быть видимым по положению рукоятки, и при необходимости должно быть описано в инструкции по обслуживанию.

4.13 Средства регулирования

В конструкции должны быть предусмотрены средства регулирования для подачи воздуха на горение, при необходимости также средства регулирования распределения воздуха и направления движения потоков продуктов сгорания.

Должна быть предоставлена информация по идентификации средств регулирования для подачи воздуха на горение для соответствующего источника тепла. Элемент обслуживания средств регулирования, управляемых вручную, должен находиться в непосредственной близости от него на стороне обслуживания источника тепла.

Положение средств регулирования должно быть видимым, информация о нём приведена в инструкции по обслуживанию.

4.14 Присоединение к дымовой трубе

4.14.1 Требования

Присоединение к дымовой трубе должно соответствовать требованиям DIN V 18160-1, соответствующих федеральных строительных норм и связанных с ними правил сжигания топлива, а также при необходимости общее подтверждение использования со стороны строительного надзора. Труба для продуктов сгорания 2 и при необходимости соединительные элементы должны устанавливаться с подъёмом от источника тепла к дымовой трубе.

Элементы подключения должны быть долговечными или пригодными для проверки на утечки. Не допускается сверлить дополнительные отверстия, фрезеровать или резать дымовую трубу, при работе с керамическими внутренними трубами недопустимо использование ударной дрели. Труба для продуктов сгорания 2 и при необходимости соединительные элементы должны таким образом подключаться к дымовой трубе, чтобы располагаться как можно ближе к внутреннему сечению дымовой трубы, но при этом не примыкать вплотную.

4.14.2 Подключение к кирпичной дымовой трубе (без трубы внутри)

При подключении к кирпичной дымовой трубе старого типа, без внутренней трубы, в боковой стене должна быть выполнена футеровка с обеих сторон

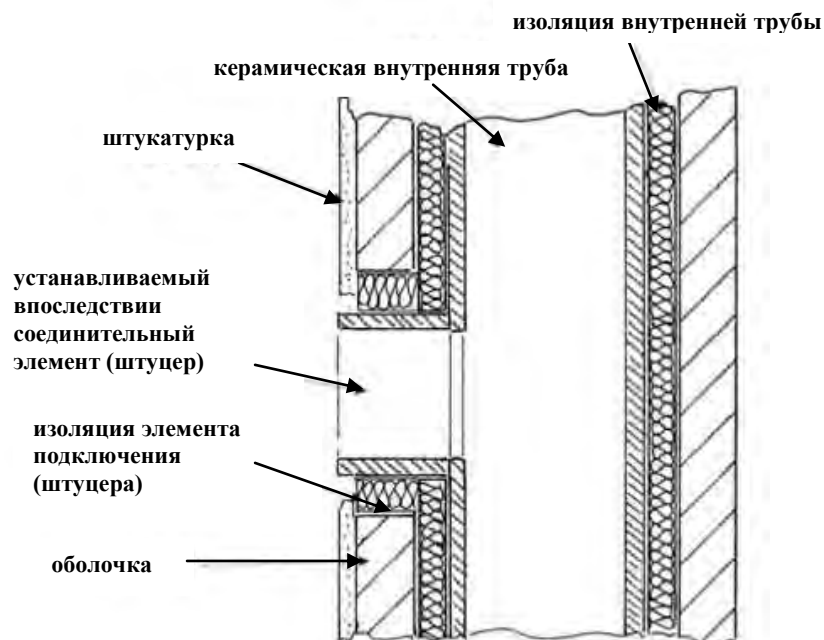
Футеровка стены должна быть выполнена подходящими для этого смесями (например, цементной, или известково-цементной смесью MG II MG IIa, смотри DIN V 18160-1). Зазор между трубой для продуктов сгорания 2 или соединительным элементом и футеровкой стены должен быть уплотнён подходящими для этого материалами (например, каменной ватой, шлаковолокном, керамическим шнуром). Сужение поперечного сечения дымовой трубы (например, вследствие торчащих остатков смеси) недопустимо.

Рисунок 4.7: Подключение к кирпичной дымовой трубе**4.14.3 Подключение к кирпичной дымовой трубе с трубой внутри**

Для кирпичных дымовых труб старой конструкции с керамической внутренней трубой:

Если используется шамотный штуцер, то возможно выполнение дополнительной двусторонней футеровки стен, но не обязательно. В этом случае труба для продуктов сгорания 2 и при необходимости соединительные элементы могут подключаться напрямую к штуцеру.

Уплотнение производится с помощью уплотнительного шнура или других подходящих материалов, например, минеральной ватой. Крепление шамотного штуцера к внутренней трубе должно выполняться при помощи кислотостойкой массы или связующих веществ, рекомендованных производителем внутренней трубы.

Рисунок 4.8: Подключение к дымовой трубе, кирпичная дымовая труба с внутренней трубой**4.14.4 Подключение к конструкции для удаления дымовых газов**

При использовании систем для удаления дымовых газов, конструкций для удаления дымовых газов или дымовых труб, для которых предписано подтверждение использования со стороны строительного надзора, необходимо обращать внимание соответствующее подтверждение и данные производителя.

4.15 Духовки, конструкции в потоке дымовых газов, теплоаккумулирующие отсеки

Духовки могут быть выполнены из металла согласно разделу 3.8, из шамота согласно разделу 3.4 или печного кафеля согласно разделу 3.2. Для духовок из листовой стали без шамотного защитного слоя толщина стенки должна быть не менее 2 мм, с шамотным защитным слоем толщиной от 2 см - не менее 1 мм.

4.16 Решётки для воздуха и кафельные решётки для воздуха

Решётки для воздуха/кафельные решётки для воздуха должны быть расположены прямо под перекрытием теплоаккумулирующей камеры или под одним из соответствующих промежуточных перекрытий, или непосредственно в перекрытии теплоаккумулирующей камеры.

Проходы для движения циркуляционного воздуха должны быть расположены непосредственно над полом или в полу теплоаккумулирующей камеры.

Воздушные решётки для приточного и циркуляционного воздуха должны быть выполнены из негорючих строительных материалов (DIN 4102 A1).

При отсутствии данных производителя, недопустимо перекрывать более 25% требуемого свободного сечения приточного и циркуляционного воздуха конвекционной печи (раздел 2.1.1.2), конструкций воздушного отопления с естественной циркуляцией (раздел 2.1.1.3), источников тепла для отопления двух этажей (раздел 2.1.1.4), открытых каминов строительного типа А (раздел 2.1.2.1), закрытых каминов (раздел 2.1.2.3) и кафельных каминов (2.1.2.4).

Свободное сечение решётки для воздуха/кафельной решётки должно быть задано производителем.

4.17 Водяной теплообменник

Печная топка, каминная топка или очаг должны быть пригодными для использования водяного теплообменника. Они образуют вместе единый технический блок. Для которого должно быть предоставлено подтверждение использования со стороны строительного надзора, при условии, что водяной теплообменник подлежит маркировке СЕ, подтверждение применимости со стороны строительного надзора.

При использовании водяных теплообменников необходимо принимать во внимание дополнительные соответствующие предписания по их установке, если иное не определено в допуске к эксплуатации со стороны строительного надзора:

- DIN EN 12828 - Системы отопления зданий. Проектирование систем водяного отопления
- DIN 4807 – Расширительные ёмкости
- DIN EN 50156, часть 1, Положения по проектированию и установке
- VDI 2035, лист 1 и 2 - Директивные указания по предотвращению ущерба от накипи и коррозии в системах водяного отопления.

Водяной теплообменник, как правило, должен устанавливаться в системе отопления с дополнительным аккумулятором тепла (бак-аккумулятор). При отсутствии данных производителя нужно на каждый кВт мощности со стороны воды предусматривать не менее 50 л объёма бака-аккумулятора.

Подключение трубопроводов, расположенных внутри теплоаккумулирующей камеры, должно осуществляться соответствующим образом. Необходимо обращать внимание на долговечность используемых материалов (пеньки, уплотнительных масс и лент, ленты из тефлона, пресс - фитингов, мягкого и твёрдого припоя, цельнометаллических обжимных муфт и т.д.) при допустимых максимальных эксплуатационных температурах.

Допускается исходить из следующих расчётных значений величины. При необходимости использования материалов с отличающимися значениями необходимо обратить внимание на подтверждение использования со стороны строительного надзора.

Таблица 4.3: Максимальная рабочая температура для разных технологий соединения

Технология соединения	Длительная допустимая максимальная рабочая температура, в °C (если производителем не указано иное)
Твердый припой	550 °C
Мягкий припой	110 °C
Резьбовое соединение с пенькой	160 °C
Резьбовое соединение с уплотнительной смесью	200 °C
Прессовое соединение	120 °C
Прессовое соединение с подходящим уплотнителем (например, зелёное уплотнительное кольцо обычно используется для солнечных батарей)	180 °C
Металлическое обжимное соединение	550 °C

Особенно важно учитывать высокие температуры при выборе материала и техники соединения тех линий (возможно, подводящих и отводящих линий термического предохранительного клапана), для которых нормальными условиями эксплуатации является «сухой» режим.

Арматура, устанавливаемая непосредственно на или в водяной теплообменник (как, например, предохранительные клапаны, воздухоотводчики, запорные краны и т.д.), должна быть пригодной для эксплуатации в условиях температур, возникающих в теплоаккумулирующей камере. Вся арматура должна быть цельнометаллической или установлена вне теплоаккумулирующей камеры.

Должно быть предусмотрено достаточное количество отверстий для контроля, обслуживания, снятия и установки устройств безопасности.

Для очистки поверхности теплообменника, омываемой дымовыми газами, должно быть предусмотрено отверстие достаточных размеров.

Как минимум один раз в год должно быть произведено обслуживание, чистка и проверка (в частности линии термической безопасности и других предохранительных устройств). Это правило должно быть доведено до сведения владельца.

Линии из теплоаккумулирующей камеры должны выводиться наиболее коротким путём. Не допускается уменьшать поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры или отверстий для приточного и циркуляционного воздуха.

Должна быть предусмотрена соответствующая вытяжная вентиляция.

Должно быть предусмотрено подмешивание воды в обратную линию теплообменника, чтобы свести к минимуму конденсацию водяных паров из дымовых газов и отложение сажи.

Источники тепла, конструкция которых не предусматривает быстрого регулирования (например, на дровах, брикетах из бурого угля), должны быть оборудованы термическим предохранительным клапаном (TAS) с безопасным теплообменником. Термический предохранительный клапан должен быть настроен в зависимости от производительности водяного теплообменника.

Для обеспечения постоянного визуального контроля блок контроля термического предохранительного клапана должен быть размещён в подходящем для этого месте.

Данные должны быть видны.

Из соображений экономии воды и энергии необходимо использовать термический предохранительный клапан с обратной связью. Необходимо устанавливать термические предохранительные клапаны с безопасным теплообменником (опосредованные системы). Ни в коем случае не использовать безопасный теплообменник не по назначению.

При долговременном отсутствии достаточного давления воды, допускается использовать только открытые системы.

Для систем с водяным теплообменником, в которых не предусмотрена функция отключения, рекомендуется использовать подходящие дополнительные меры безопасности, которые исключают перегрев гидравлической системы при выходе из строя циркуляционного насоса (например, при отключении электроэнергии).

Изоляционные материалы для трубопроводов, транспортирующих воду, за пределами теплоаккумулирующей камеры должны быть устойчивыми к воздействию высоких температур.

Размеры и конструкцию теплоаккумулирующей камеры, содержащей хвостовые поверхности нагрева и гидравлические компоненты, выполнять по техническим условиям производителя.

При расчете теплоаккумулирующей камеры или расчёте распределения воздуха в конструкциях конвекционных печей или закрытых каминов с установкой водяного теплообменника необходимо обращать внимание на ту часть мощности со стороны воды, которая не входит в мощность теплоаккумулирующей камеры.

Перечисленные ниже ограничения должны быть как минимум обговорены с пользователем/клиентом и оформлены документально:

- эксплуатация источника тепла в качестве основного или дополнительного отопления,
- распределение мощности на воду и на прямой нагрев того помещения, где стоит источник тепла
- расход топлива и интервалы закладки,
- планируемый режим эксплуатации,
- обслуживание и проверка.

4.18 Требования при контакте с пищевыми продуктами

Все компоненты источника тепла, которые могут контактировать с продуктами питания, окружать их или находиться над ними, должны быть пригодными для данного применения.

Это относится, например, к хлебопекарным и теплоаккумулирующим нишам, духовкам, варочным панелям, чайникам, другим подогревателям питьевой воды, камерам хлебопекарных печей, подогревателям для тарелок в очагах и т.д.

Посредством применения подходящих материалов, покрытий или облицовки должно быть исключено попадание капель связующих веществ в пищевые продукты.

Особенно недопустимо использование веществ, содержащих асбест, веществ, вызывающих раковые заболевания, никаких паяльных флюсов, содержащих кадмий, никаких материалов, внушающих сомнение в их гигиеничности в соответствующих элементах.

Недопустимо использование волокнистых изоляционных материалов в области контакта с продуктами питания, либо эти участки должны иметь соответствующую облицовку.

4.19 Колосниковые решётки в топках ручной сборки

Источники тепла с металлической колосниковой решеткой она устанавливается таким образом, чтобы со всех сторон было достаточно места для удлинения.

Металлические колосники должны легко выниматься.

При установленной колосниковой решётке должен оставаться зазор между решёткой или рамой решётки и кладкой не менее 5 мм. Опора колосниковой решетки должна быть такой, чтобы боковые щели для притока воздуха и падения золы оставались свободными.

Живое сечение колосниковой решётки должно составлять не менее 35% от её общей поверхности.

4.20 Зольный отсек в топках ручной сборки

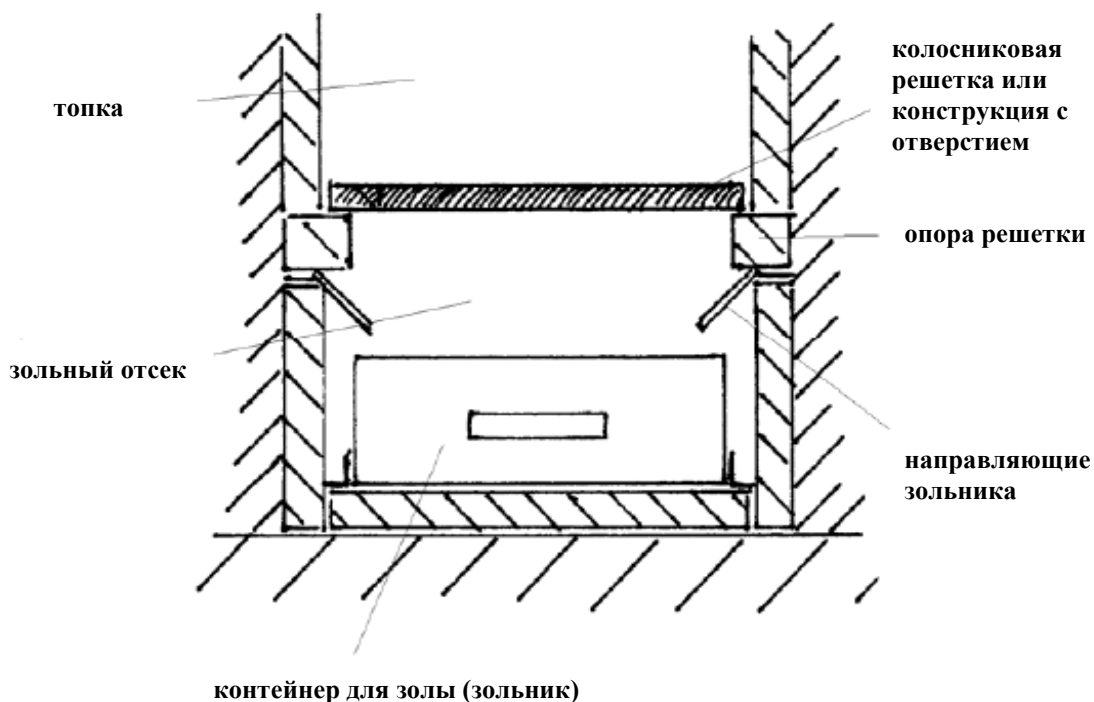
Под колосниковой решёткой должен быть предусмотрен зольный отсек.

Ширина зольного отсека не должна быть больше проёма зольной дверцы. Однако, он должен быть длиннее колосника. Если пол зольного отсека ниже нижней кромки монтажной рамы зольной дверцы, разница высот должна сглаживаться скосом.

Для лёгкого удаления остатков золы в зольном отсеке должен быть предусмотрен зольник. Через зольный отсек под колосниковую решётку в топку подаётся также воздух на горение. По этой причине между установленным зольником, также когда он полный, и колосниковой решёткой, должно оставаться свободное пространство, сечение которого соответствует поперечному сечению колосниковой решётки.

Под решёткой должны располагаться устройства, например, направляющие зольника, которые достаточно хорошо направляют остатки золы из всех точек колосника в зольник.

Рисунок 4.9: Колосниковая решетка и зольный отсек



4.21 Зольник в топках ручной сборки

Зольник должен быть длиннее и шире колосниковой решётки. Для простоты удаления золы из зольника его задняя стенка должна иметь скос.

Зольник должен быть выполнен из прочной листовой стали толщиной не менее 0,75 мм. Его размеры должны быть такими, чтобы при полном заполнении зольника оставалось свободным достаточно большое поперечное сечение для поступления воздуха для горения под колосниковую решётку.

На каждый кВт номинальной мощности источника тепла необходимо предусмотреть как минимум 0,8 дм³ ёмкости зольника.

5 Подача воздуха для горения.

5.1 Основные положения

Необходимо обеспечить подачу достаточного количества воздуха для горения топлива.

Подача достаточного количества воздуха обеспечена, если тяга дымовой трубы равна или более суммы потерь давления в соединительных элементах, источнике тепла и воздуховодах подачи воздуха. Для нескольких источников тепла с общим снабжением воздухом для горения должно быть обеспечено поступление достаточного количества воздуха к каждому источнику тепла.

Недопустимо ухудшать надёжность эксплуатации источников тепла использованием в помещении воздухоотводящих устройств, таких как системы воздушного отопления, кухонные вытяжные колпаки, осушители воздуха, встроенные центральные пылесосы и т.д. Эксплуатация подобных устройств допускается, если посредством технологических мероприятий обеспечиваются условия, при которых во время одновременной эксплуатации источников тепла и воздухоотводящих устройств не может возникнуть опасное разрежение. Для предохранительных устройств, которые контролируют процесс, и делают возможным одновременную эксплуатацию воздухоотводящих устройств, необходимо подтверждение о применении со стороны строительного надзора.

Опасное разрежение возникает, если разница давлений между входом в вертикальную часть конструкции для удаления дымовых газов и помещением, в котором установлен источник тепла, настолько мала, что нормальная эксплуатация источника тепла невозможна, или отвод продуктов сгорания осуществляется ненадежным образом, в результате чего они могут скапливаться в помещении в опасном количестве.

Отверстие для подвода воздуха на горение следует по возможности располагать с подветренной стороны здания (против ветра).

Воздуховоды, а также их обшивка и теплоизоляция должны состоять из негорючих строительных материалов; горючие строительные материалы допустимы, если исключена опасность того, что воздуховод будет способствовать возгоранию и распространению пламени. Разделяющие помещение конструктивные элементы, которые по предписанию должны быть огнеупорными, могут пересекаться воздуховодами только в том случае, если отсутствует угроза достаточно обширного распространения пламени, или если приняты меры предосторожности против этого.

Исключения:

По нормам строительного права требования пожарной безопасности не предъявляются к воздуховодам, а также их обшивке и теплоизоляции внутри квартир, расположенных в зданиях высотой до 7 м, общей площадью не более 400 м², имеющих не более двух эксплуатационных единиц. Высота здесь определяется средним расстоянием от верхней кромки пола самого верхнего этажа, на котором могут располагаться жилые помещения, до поверхности земли.

Воздуховоды, а также их обшивка и теплоизоляция, расположенные внутри источника тепла, должны состоять из негорючих строительных материалов.

5.2 Определение и проверка

Для источников тепла, зависящих от воздуха помещения:

Согласно правилам федеральных земель по огнезащите, для безопасной эксплуатации источников тепла требуется объем помещения не менее 4 м³/кВт номинальной мощности.

Снабжение воздухом для горения является достаточным, если в помещении, где установлен источник тепла, разница давлений с атмосферным воздухом естественным образом не превышает 4 Па, или посредством технических мероприятий обеспечивается подача воздуха для горения в количестве 12,5 м³/(кг•ч) расхода топлива при использовании твёрдого топлива, или 1,6 м³ на кВт/ч при использовании жидкого топлива и газа.

Достаточное обеспечение воздухом для горения может быть достигнуто естественным путём или с помощью технических устройств, например, с помощью воздуховода для подачи воздуха.

Для источников тепла, независимых от воздуха помещения, воздух для горения подаётся извне:

Обеспечение воздухом для горения является достаточным, если к источнику тепла извне посредством воздуховода подаётся требуемое количество воздуха. Сечение этого воздуховода необходимо выполнять согласно разделу 19.8, руководствуясь величиной требуемого давления.

5.3 Изоляция воздуховодов, подающих воздух на горение

Воздуховоды, проходящие в помещении, должны быть достаточно хорошо изолированы, чтобы исключить конденсацию водяных паров из воздуха помещения. Температура поверхности теплоизоляции всегда должна быть выше температуры точки росы окружающего воздуха. Чтобы исключить проникновение водяных паров внутрь изоляционного слоя, изоляция должна быть обёрнута защитным материалом, или в качестве альтернативы можно использовать теплоизоляционные материалы, не пропускающие водяной пар.

Требуемая толщина теплоизоляционного слоя рассчитывается в зависимости от температуры помещения, температуры воздуха в воздуховоде, влажности воздуха в помещении, температуры точки росы и сопротивления теплопередаче изоляционного материала (смотри раздел 19.8)

Для упрощённого расчёта действуют следующие граничные условия:

Температура наружного воздуха: $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (согласно DIN EN 13384-1, Раздел 5.7.1.3 Температура окружающей среды)

Изоляционный материал с теплопроводностью WLG 040:

относительная влажность воздуха в помещении $< 60\%$, помещение отапливаемое или не отапливаемое \rightarrow минимальная толщина изоляции 25 мм

относительная влажность воздуха в помещении $> 60\%$, помещение, отапливаемое или не отапливаемое \rightarrow минимальная толщина изоляции 50 мм

Изоляция не должна препятствовать доступу к контрольным и ревизионным отверстиям.

5.4 Контроль общей требуемой тяги

Одним из конструктивно-технических мероприятий согласно разделу 5.1 является контроль общей требуемой тяги посредством устройств измерения разницы давлений, имеющих подтверждение о пригодности к использованию, например, общий допуск к эксплуатации со стороны строительного надзора.

Предохранительное устройство должно устанавливаться согласно заданным величинам общего допуска к эксплуатации со стороны строительного надзор. Если в допуске к эксплуатации не указано иное, то следует соблюдать следующие пункты:

Тяга дымовой трубы должна быть равна или больше, чем требуемая тяга источника тепла, системы подачи воздуха на горение и тяги соединительных элементов.

Предохранительное устройство должно находиться в пределах помещения, в котором установлен источник тепла, т.е. как можно ближе к месту подачи воздуха для горения.

Измерительные линии давления должны быть пригодными для цели использования и места установки (например, по температурной стойкости).

Их следует прокладывать так, чтобы можно было заменить, они должны быть защищены от механического повреждения, без ущерба для их свободного поперечного сечения.

Должна быть исключена незаконная регулировка потребителем заданных величин.

6 Огне- и теплозащита

6.1 Основополагающие требования

При эксплуатации источников тепла (охватываемых настоящими Техническими Правилами) с большой тепловой нагрузкой недопустим сильный нагрев частей здания или других строительных элементов, примыкающих или расположенных в непосредственной близости от источников тепла.

При использовании печных и каминных топок с подтверждением использования со стороны строительного надзора необходимые меры по теплоизоляции и её толщине принимают по данным соответствующего изготовителя или сопроводительной документации топки.

При использовании других источников, подпадающих под действие настоящих правил, меры по теплоизоляции и расчёт должны быть выполнены по разделам 6.2 и 6.3.

При производстве огне- и теплозащиты различаются четыре основных направления:

- Изоляция базовым изоляционным материалам
- Изоляция заменителем изоляционного материала
- Комбинация изоляции и активного проветривания
- Соблюдение минимальных отступов

Конструкции для удаления дымовых газов (сборные), не интегрированные в кирпичную кладку стен здания, должны быть защищены по статическим соображениям от воздействия недопустимо высоких температур.

Для конструкций удаления дымовых газов с подтверждением использования со стороны строительного надзора (системы удаления дымовых газов) действуют предписания подтверждения.

Поверхности примыкания должны быть свободными от нормальных электрических проводов и электрических строительных элементов, если только они не защищены особыми мерами предосторожности от долговременного воздействия температуры выше 30 °С.

Примечание: Согласно техническим правилам электромонтажа, температура окружающей среды выше 55 °С является недопустимой для нормальных электропроводок. Допустимо использовать провода соответствующие температурным нагрузкам (особые провода с повышенной теплостойкостью). При температурах между 30 °С и 55 °С могут применяться обычные провода с защитной оболочкой, если понижается токовая нагрузка (низкий уровень защиты предохранителем) (смотри предписания электротехнического союза Германии VDE 0298, часть 4).

6.2 Противопожарная защита

6.2.1 Основополагающая и минимальная защита

Поверхности примыкания из или с использованием горючих строительных материалов (строительные конструкции, подлежащие защите) должны быть так изолированы, или отделены, чтобы на их поверхности не возникали температуры выше 85 °С. То же самое правило действует и для встроенной мебели. Должны быть соблюдены технические условия соответствующих предписаний Федеральных земель в области строительства (LBO) и других Федеральных предписаний (например, предписание по сжиганию топлива FeV).

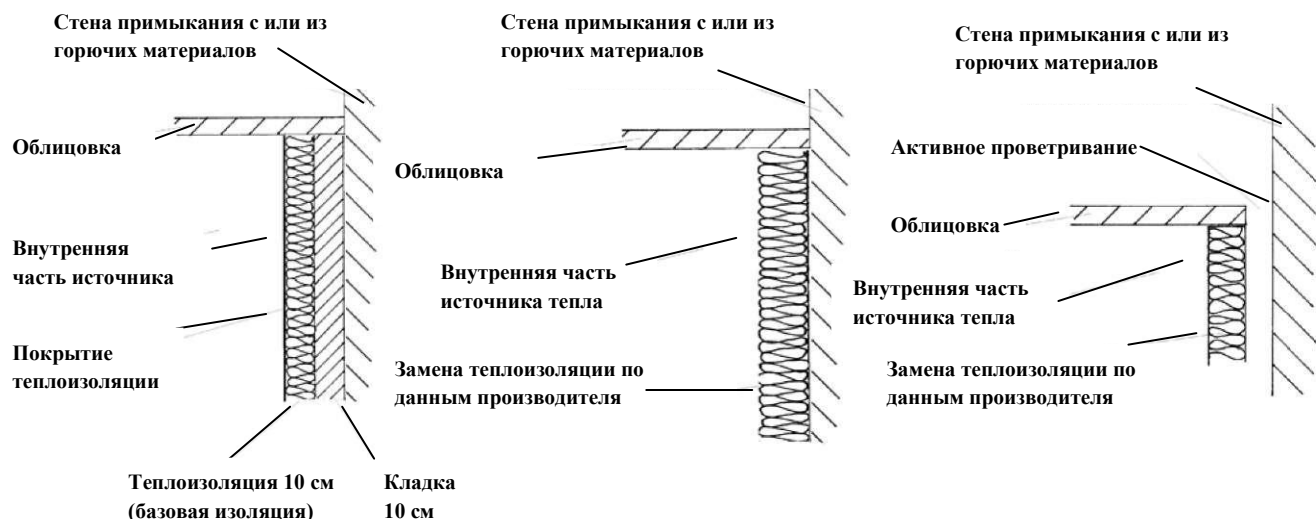
Для источников тепла, подпадающих под действие настоящих правил, должны быть проведены необходимые мероприятия по защитной кладке, теплоизоляции, защите от излучения и т.д. в соответствии с данными производителей печных топок, каминных топок, каминных кассет.

При отсутствии данных производителя, должна быть предусмотрена следующая минимальная защита соответствующих частей здания и встроенной мебели:

6.2.2 Примыкающие поверхности из горючих строительных материалов

- Поверхности примыкания и встроенная мебель с или из горючих строительных материалов, которые пристраиваются непосредственно к (над или под) источникам тепла:
 - минимальные меры предосторожности, минимальная защита:
 - кладка толщиной не менее 10 см и слой базового теплоизоляционного материала толщиной не менее 10 см,
 - или
 - слой заменителя базового изоляционного материала соответствующей толщины с предоставлением подтверждения использования со стороны строительного надзора
 - или
 - слой заменителя базового изоляционного материала соответствующей толщины с предоставлением подтверждения использования со стороны строительного надзора и активным проветриванием

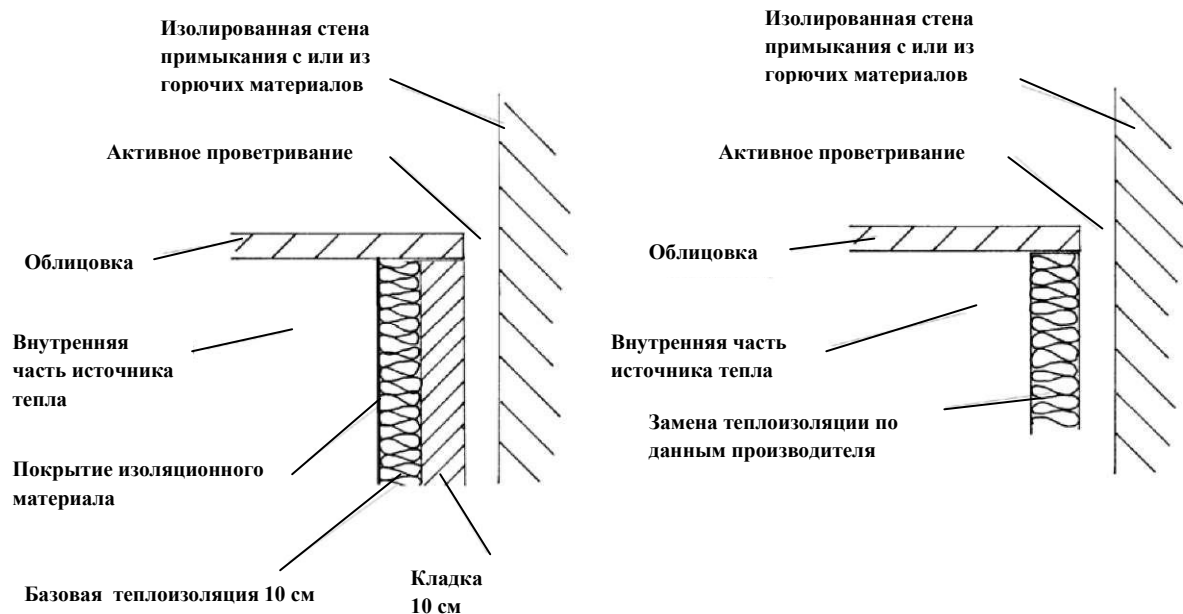
Рисунок. 6.1: Минимальная защита стен примыкания из горючих строительных материалов



6.2.3 Изолированные примыкающие поверхности из горючих строительных материалов

- Особенно теплоизолированные стены, полы, перекрытия зданий (с к-том теплоотдачи $< 0,4 \text{ Вт/м}^2\text{К}$) с или из горючих строительных материалов, которые пристраиваются непосредственно к (над или под) источникам тепла:
 - минимальные меры предосторожности, минимальная защита:
 - кладка толщиной не менее 10 см, слой базового теплоизоляционного материала толщиной не менее 10 см и активное проветривание,
 - или
 - слой заменителя базового изоляционного материала соответствующей толщины с предоставлением подтверждения использования со стороны строительного надзора и активное проветривание

Рисунок 6.2: Минимальная защита изолированной поверхности примыкания из горючих строительных материалов



6.2.4 Примыкающие поверхности из негорючих строительных материалов толщиной до 11,5 см

- Стены зданий из негорючих строительных материалов толщиной до 11,5 см, к которым с одной стороны непосредственно примыкают источники тепла, а с противоположной располагается встроенная мебель из горючих строительных материалов:

- минимальные меры предосторожности, минимальная защита:

- кладка толщиной не менее 10 см и слой базового теплоизоляционного материала толщиной не менее 10 см,

или

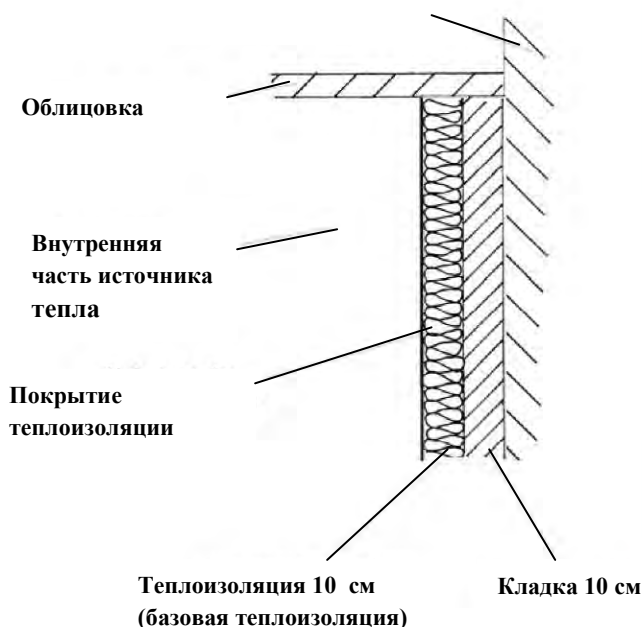
- слой заменителя базового изоляционного материала соответствующей толщины с предоставлением подтверждения использования со стороны строительного надзора

или

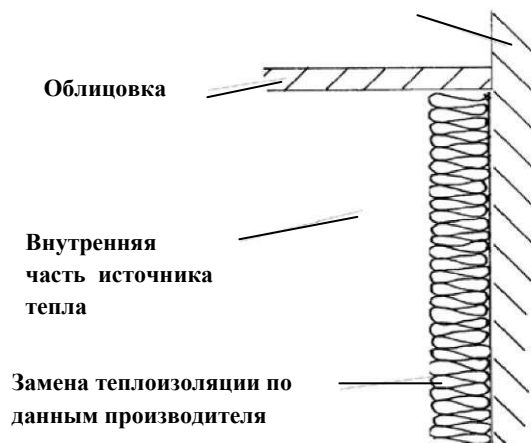
- слой заменителя базового изоляционного материала соответствующей толщины с предоставлением подтверждения использования со стороны строительного надзора и активным проветриванием

Рисунок 6.3: Минимальная защита негорючих стен примыкания толщиной 11,5 см со встроенной мебелью с тыльной стороны

Стена примыкания из негорючих строительных материалов, толщиной до 11,5 см со встроенной мебелью с тыльной стороны



Поверхность из негорючих материалов толщиной до 11,5 см

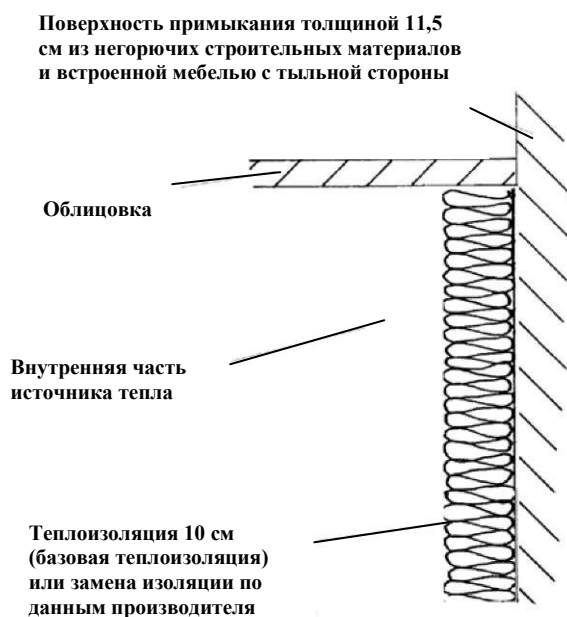


6.2.5 Примыкающие поверхности из негорючих строительных материалов толщиной более 11,5 см

Стены зданий из негорючих строительных материалов толщиной 11,5 см и более, к которым с одной стороны непосредственно примыкают источники тепла, а с противоположной располагается встроенная мебель из горючих строительных материалов:

- минимальные меры предосторожности, минимальная защита:
 - Слой базового теплоизоляционного материала толщиной не менее 10 см, или
 - слой заменителя базового изоляционного материала соответствующей толщины с предоставлением подтверждения использования со стороны строительного надзора
 - или
 - слой заменителя базового изоляционного материала соответствующей толщины с предоставлением подтверждения использования со стороны строительного надзора и активным проветриванием

Рисунок 6.4: Минимальная защита поверхности примыкания толщиной 11,5 см со встроенной мебелью с тыльной стороны



То же самое касается перекрытий зданий из негорючих материалов, на которые монтируются полы из горючих материалов, если источник тепла устанавливается непосредственно под ними.

6.2.6 Строительные конструкции рядом с источником тепла

- Части здания или части других строительных конструкций, не относящихся к источнику тепла, выполненные с использованием или полностью из горючих строительных материалов, и расположенные в непосредственной близости от источника тепла:

- минимально необходимые меры предосторожности, минимальная защита за исключением области излучения от топочного отверстия:

- открытый проветриваемый зазор не менее 5 см между частью конструкции, подлежащей защите, и облицовкой источника тепла, если только эта облицовка в рассматриваемой области не нагревается керамическим каналом или воздухом, циркулирующим в замкнутом пространстве как в гипсокаусте, (например, облицовка теплоаккумулирующей камеры конвекционной печи или закрытого камина)

или

- открытый проветриваемый зазор не менее 12 см между частью конструкции, подлежащей защите, и облицовкой источника тепла, если только эта облицовка в рассматриваемой области не нагревается керамическим каналом или воздухом, циркулирующим в замкнутом пространстве как в гипсокаусте

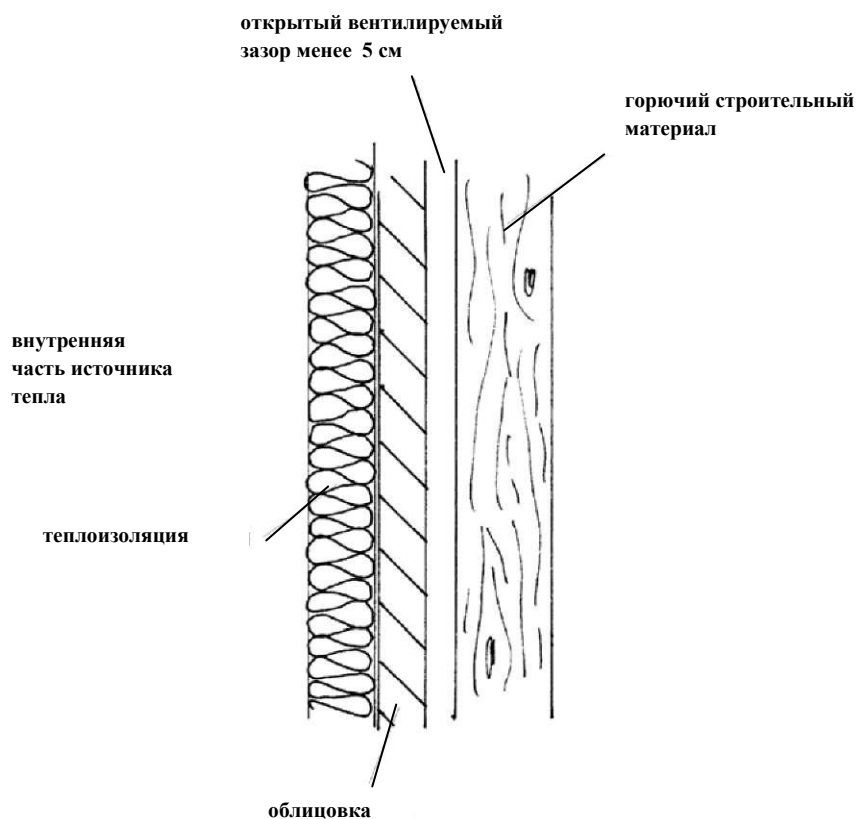
или

- большее или другое расстояние по данным производителя, или другое большее расстояние (до 40 см), если это необходимо для достижения максимально допустимой температуры не более 85°C на защищаемой поверхности

или

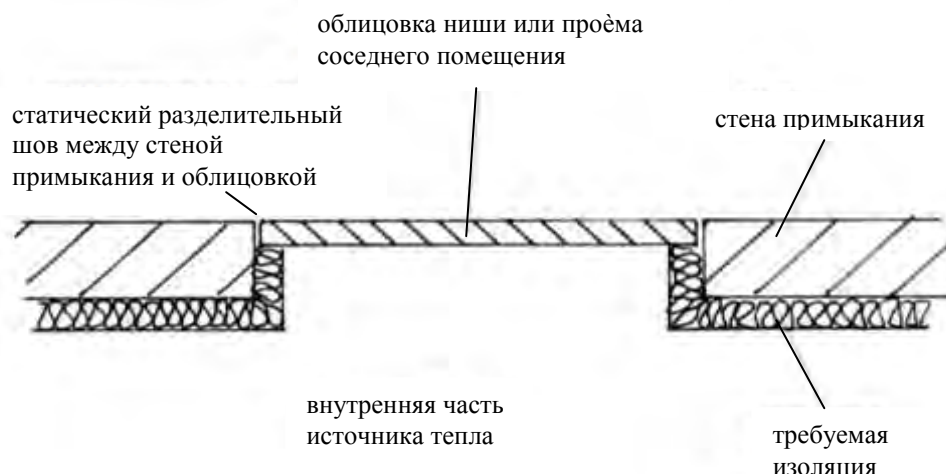
- меньшие зазоры (менее 5 см) до защищаемых частей строительной конструкции, если внутри источника тепла предусмотрены соответствующие слои теплоизоляции
- могут быть приняты меры по использованию в рассматриваемой области теплоизоляционных материалов или выполнению облицовки из таких теплоизоляционных материалов, чтобы температура на поверхности защищаемой части конструкции не могла подниматься выше 85 °С.

Рисунок 6.5: Минимальная защита или зазор от строительных элементов из горючих материалов, расположенных вблизи источника тепла



6.2.7 Облицовка с точки зрения оптики строительных элементов здания

Облицовки источников тепла, назначение которых отдавать тепло в помещение, и оптически не отличающиеся от рядом расположенных стен здания (например, ниш в стене), не должны изолироваться. Необходимым условием является то, чтобы все стены соответствовали разделам с 3.1 по 3.7 и с 4.1 по 4.8. Они должны быть статически отделены от здания. Соответствующими мерами предосторожности должно быть исключено расположение предметов обстановки из горючих материалов рядом с этими стенами (например, плинтусов, для которых должен быть обеспечен вентилируемый зазор).

Рисунок 6.6: Облицовка с точки зрения оптики строительных элементов здания

6.2.8 Минимальная защита при долговременном воздействии температуры

В конструкции источников тепла, предназначенных для долговременной эксплуатации при высоких температурах, для защиты стен примыкания, выполненных с использованием или полностью состоящих из горючих строительных материалов, в дополнение к теплоизоляции и кладке необходимо использование активного проветривания.

Длительное воздействие высоких температур характерно для среднетяжёлых и тяжёлых теплоаккумулирующих печей, хлебопекарных конструкций, а также в области примыкания керамических каналов для движения продуктов сгорания, непосредственно следующих за печной или каминной топкой.

Обоснование: при эксплуатации такого источника тепла температура на внутренней поверхности теплоизоляции или кладки (внутри источника тепла) в течение длительного непрерывного периода времени (более 8 часов тепловой нагрузки) может установиться постоянно на уровне 150 °С, в результате меры по тепловой защите стен примыкания могут оказаться недостаточными и в отсутствие активного проветривания температуры могут достичь недопустимо высоких значений.

6.2.9 Минимальная защита в области топочного отверстия

Минимальная защита в области топочного отверстия и области излучения топки должна быть установлена в соответствии с разделами 6.7 и 6.8.

6.3. Тепловая защита

6.3.1 Основополагающая и минимальная защита

Поверхности примыкания без горючих строительных материалов и без встроенной мебели с тыльной стороны обозначаются как "не защищаемые стены".

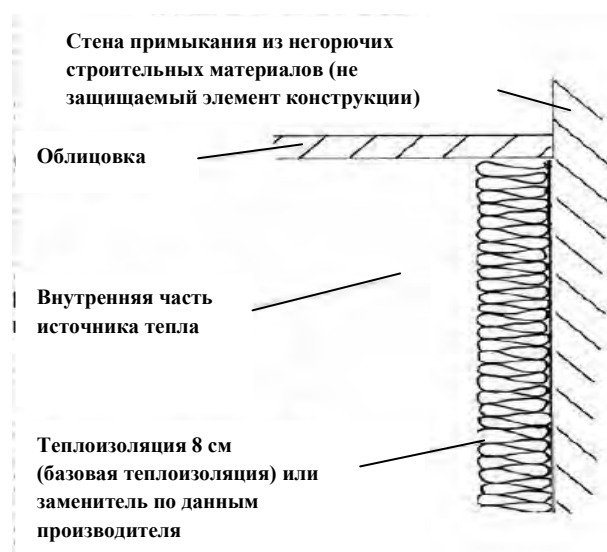
Для того чтобы исключить недопустимо высокие нагрузки на сжатие и изгиб и во избежание потерь тепла в отдельных частях конструкции, необходимо предусмотреть дополнительные меры по соответствующей теплозащите тех строительных частей, которые расположены внутри источника тепла.

Должны быть предусмотрены следующие минимальные защитные меры соответствующих частей здания:

6.3.2 Внутренние стены здания

- теплоизоляционный слой из базовой изоляции толщиной 8 см
- или соответствующий слой заменителя теплоизоляции с предоставлением подтверждения использования со стороны строительного надзора
- или слой базовой теплоизоляции толщиной не менее 4 см, или слой заменителя базового изоляционного материала соответствующей толщины с предоставлением подтверждения использования со стороны строительного надзора и активным проветриванием

Рисунок 6.7 Теплоизоляция не защищаемых стен примыкания



6.3.3 Внешние стены здания

- слой базовой теплоизоляции толщиной 8 см;
- или соответствующий слой заменителя теплоизоляции с предоставлением подтверждения использования со стороны строительного надзора;

6.4 Материалы и их использование

Теплоизоляционные материалы должны соответствовать разделу 3.7.

При использовании волокнистых теплоизоляционных материалов их внешние поверхности должны быть так обернуты или закрыты, чтобы исключить попадание волокон в потоки воздуха на горение и циркуляционного воздуха.

Это можно выполнить при помощи перекрывающей, достаточно плотной обшивки или при помощи тонкостенной кладки. Подходят только такие покрытия или выравнивающие материалы со связующими веществами на поверхности изоляционного материала, которые способны выдерживать продолжительное воздействие температуры, и достаточную толщину твёрдого структурного слоя. Недопустимо использование теплоизоляционных плит, ламинированных алюминием, теплоизоляционных плит в металлической фольге или покрытые металлической фольгой.

При использовании так называемых заменителей теплоизоляции обязательно предоставление подтверждения использования со стороны строительного надзора.

Это относится также ко всем вспомогательным материалам, таким как клей, дюбель и т.д., а также к порядку переработки и использования. Если одно из подтверждений по использованию со стороны строительного надзора не соблюдено или отсутствует, теряет силу общее подтверждение по использованию со стороны строительного надзора

В случае использования заменителей теплоизоляционных материалов, имеющих стабильную форму, для защиты горючих строительных материалов или частей конструкции и отсутствии слоя кладки, плиты должны устанавливаться как минимум в два слоя, без сквозных швов. Крепление дюбелями таких теплоизоляционных материалов допустимо не выше нижнего слоя

Не соблюдение необходимых норм безопасности и требований может повлечь за собой потерю выделяемого тепла. Должная теплоотдача не будет достигнута.

Применение изоляционного материала для защиты от сгораемых материалов или компонентов без должной футеровки допустимо только при наличии двойного слоя плит или каркаса, для того чтобы не допустить непрерывных стыковочных швов.

Крепится изолирующий слой дюбелями. Наиболее желательно в самой нижней части.

В соответствии с разделом 6.2 (противопожарная защита), не допускается выполнение мер теплозащиты посредством крепления, пронизывающего все слои, недопустимы швы через всю конструкцию.

6.5 Активное проветривание

Активное проветривание, если оно является частью требуемой теплозащиты, должно иметь входное и выходное отверстие, которые должны быть постоянно открытыми.

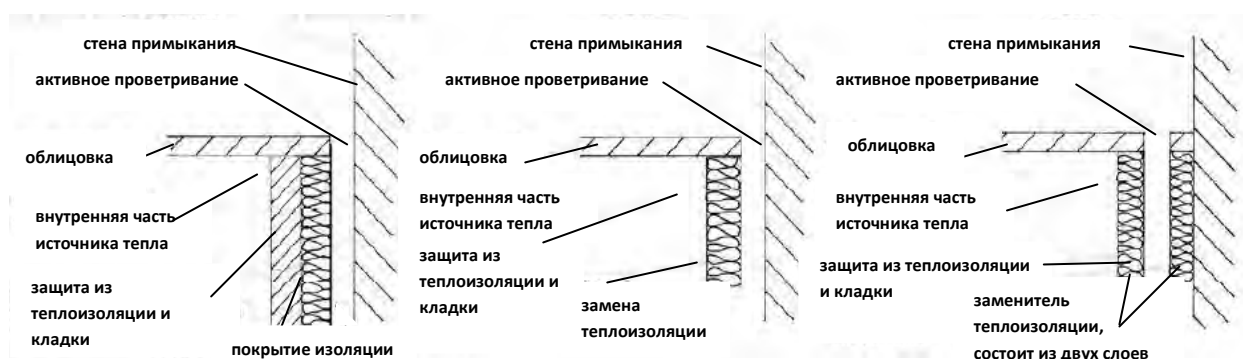
Соответствующие свободные сечения этих отверстий - входного и выходного- не должны быть менее 75% общего свободного сечения каналов проветривания.

Входное и выходное отверстия должны быть так встроены в конструкцию или выведены из неё, чтобы обеспечивался равномерный поток воздуха для проветривания.

Активное проветривание должно осуществляться по все ширине и высоте теплоотдающей внешней поверхности, чтобы обеспечивать максимально возможную эффективность.

Необходимые слои изоляционных материалов должны наноситься на теплоотдающие поверхности и при необходимости на стены примыкания.

Рисунок 6.8: Активное проветривание



Поток воздуха при активном проветривании проходит в зазоре между стеной примыкания и изоляционным слоем или между слоями теплоизоляции. Этот зазор должен быть не менее 50 мм, и по всей поверхности доступен для очистки. Любые сетки на входном и выходном отверстиям должны быть съёмными.

Неподвижные слои воздуха или потоки воздуха, циркулирующие только внутри источника тепла, не являются активным проветриванием с точки зрения настоящих Правил.

Каналы активного проветривания должны минимум раз в год подвергаться чистке. Это обязательно должно быть указано в инструкции по обслуживанию. В ней также необходима ссылка на необходимость держать отверстия активного проветривания постоянно открытыми. Клиент (человек, эксплуатирующий источник тепла) должен обращать внимание на условия эксплуатации и технику безопасности.

Активное проветривание согласно TR OL не является конвективной поверхностью нагрева (при этом активное проветривание возможно в открытых каминах и теплоаккумулирующих печах).

В случае, если в результате использования активного проветривания по указаниям раздела 6.3 уменьшается толщина теплоизоляционного слоя (теплозащита), тогда для выпускных отверстий должны быть выдержаны такие же расстояния до горючих строительных материалов, как и при установке решёток подачи воздуха на горение. Необходимо обращать внимание на отличающиеся данные производителя.

Поверхности, внутри которых движется воздух при активном проветривании, должны быть износостойкими и достаточно гладкими. Сопротивление потоку со стороны строительных конструкций должно быть низким, следует, по возможности избегать организации горизонтального проветривания.

Допустимо использовать такие устройства направления, изменения потока и т.д., которые не могут получить значительных повреждений при чистке. Они не должны также существенно уменьшать поперечное сечение.

Входные отверстия активного проветривания в соответствии с настоящими Правилами, не могут забирать воздух из теплоаккумулирующей камеры или конвективных коробов.

Выходные отверстия активного проветривания могут выходить прямо в помещение, в котором установлен источник тепла, или другие подходящие помещения.

6.6 Примыкающие детали из горючих материалов

6.6.1 Основные положения

Примыкающие детали из горючих материалов согласно настоящих Правил являются составной частью источника тепла. Существуют определённые рекомендации по защите этих примыкающих элементов, которые перечислены ниже.

Так как с точки зрения строительного права в этом случае речь не идет о каких-либо частях здания или встраиваемой мебели, а только о составных частях источника тепла, то в соответствии с техническими условиями Федеральных строительных правил нет необходимости в увеличении зазоров или дополнительной защите.

Примыкающими деталями из горючих строительных материалов могут являться:

- деревянные скамейки;
- деревянные опоры;
- деревянные поверхности сидений
- карнизные балки, карнизы;
- декоративные детали из дерева, деревянные ручки и т.д.

Недопустимо располагать эти детали в области излучения топочного отверстия. Здесь действуют те же отступы и защитные меры, что и для частей здания и встроенной мебели по разделу 6.7.

Не допускается размещение примыкающих деталей из горючих материалов без дополнительных мер защиты перед, на и над активными поверхностями нагрева источника тепла.

Возможно размещение примыкающих деталей из горючих материалов без зазоров, если соответствующая область будет должным образом изолирована изнутри или облицовка будет состоять из изоляционного материала так, чтобы на поверхности примыкающих деталей не могли возникнуть температуры выше 85 °С.

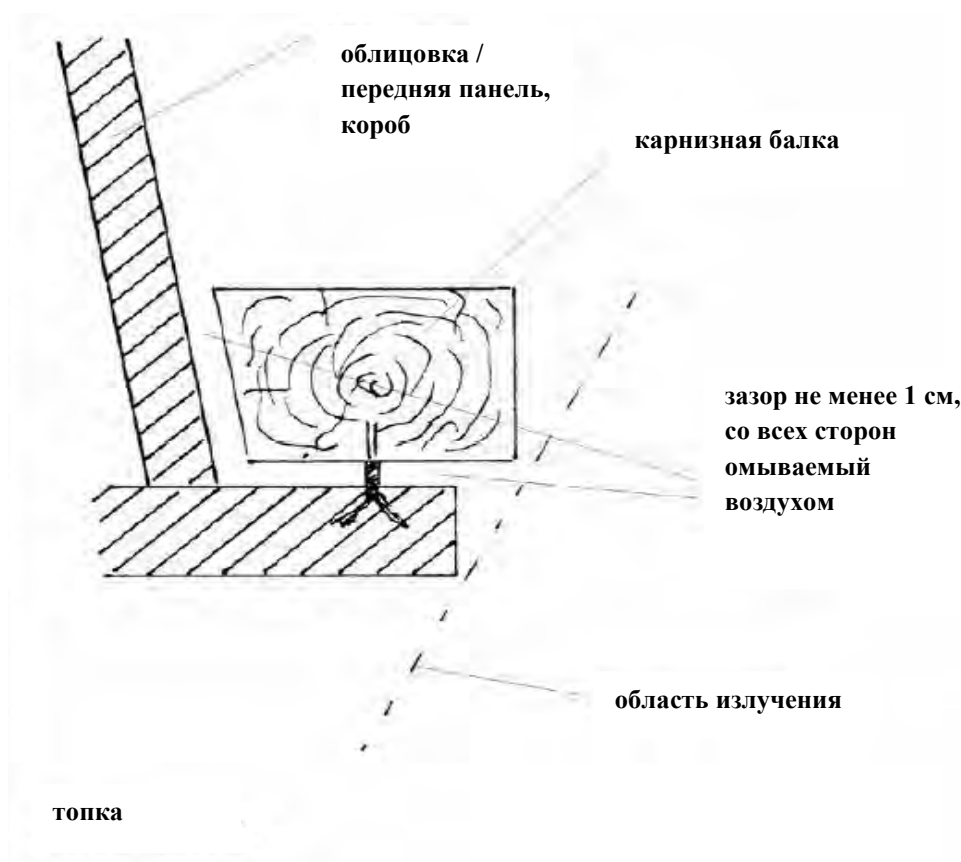
Перед активной поверхностью нагрева и на ней, а также в облицовке должны быть выполнены мероприятия (например, использование соответствующего распорного элемента), гарантирующие, что на примыкающих деталях невозможно повышение температуры выше 85 °С. Перегрев должен быть гарантировано исключён.

6.6.2 Карнизные балки

Отделочные элементы в виде полос и пластин или карнизные балки допускается располагать перед облицовкой на расстоянии 1 см, если образовавшееся пространство остаётся свободным для движения воздуха.

Для крепления примыкающих деталей необходимо использовать фиксаторы из негорючих материалов, например, из металла, которые в свою очередь должны быть выполнены и размещены так, чтобы не препятствовать свободному воздушному потоку.

Рисунок 6.10: Карнизные балки



6.6.3 Деревянные скамейки с открытым пространством снизу (например, на деревянных опорах)

Деревянные скамьи, как правило, пристраивают ниже самого нижнего канала, ниже пола топки или ниже кромки загрузочного отверстия.

При этом форма скамьи может быть самой разнообразной, если обеспечено проветривание поверхности сидения зазором от 2 см для свободного движения воздуха. Такое положение балки может быть гарантировано на длительное время благодаря фиксаторам.

Допустим зазор менее 2 см, если предусмотрены меры, гарантирующие, что при большой тепловой нагрузке источника тепла температура на примыкающей к источнику тепла деревянной поверхности не поднимется выше 85 °С.

Рисунок 6.11: Скамьи и сиденья из дерева.

6.6.4 Деревянные сиденья

Настилы из горючих строительных материалов над нижележащими конструкциями кладки можно пристраивать перед активными поверхностями источника тепла, если под настилом и позади него свободное движение воздушных потоков исключает возникновение теплового перегрева.

Это достигается, если сзади и под съёмным деревянным настилом предусмотрен воздушный зазор не менее 2 см, или если позади прочно закреплённого деревянного настила выдержано расстояние не менее 2 см, а под ним – не менее 5 см.

Если нижняя часть источника тепла нагревается, то используемые при этом средства крепления или опоры должны быть из негорючих, не подверженных деформации, теплоизолированных (например, устойчивыми к механическим нагрузкам лентами из заменителей теплоизоляции) строительных материалов. Общая площадь опоры не должна превышать 15% от общей площади. Опоры по всей длине должны омываться потоком воздуха.

Если нижняя часть конструкции деревянного сиденья вообще не имеет активной поверхности (например, цоколь скамьи выполнен в виде кладки), то опоры могут быть выполнены из горючих материалов (например, деревянных досок или реек).

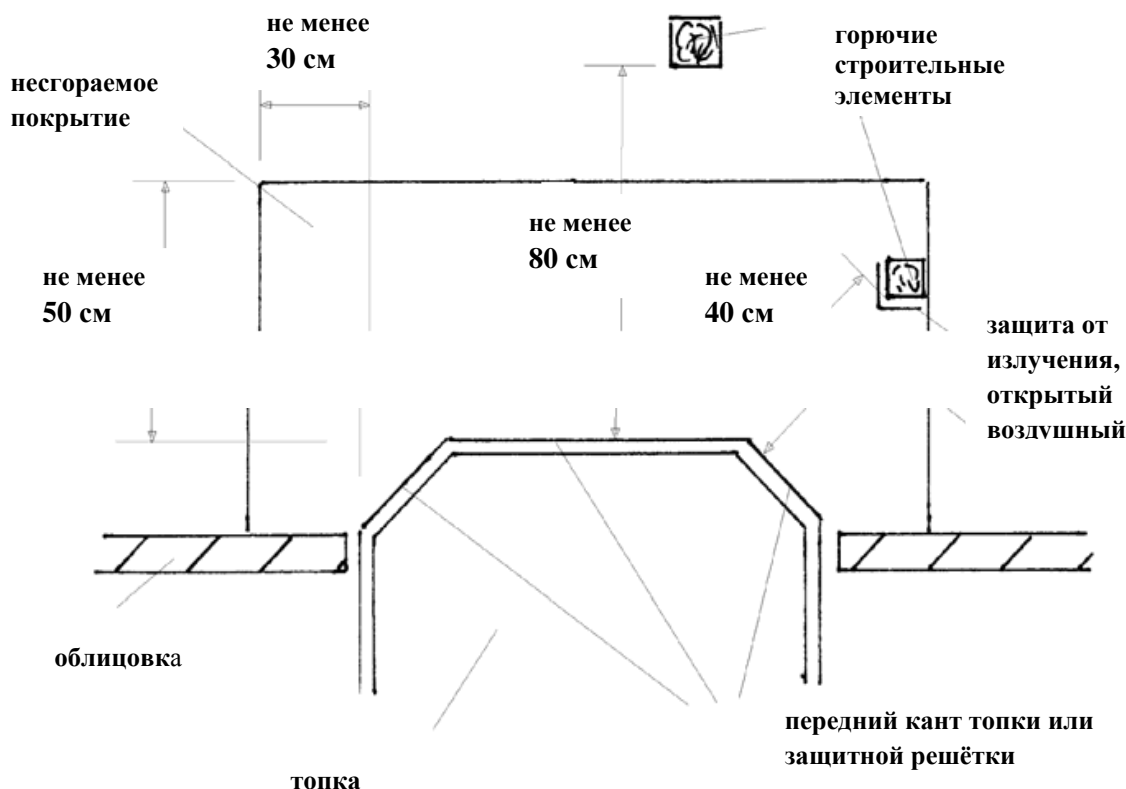
Керамические каналы для продуктов сгорания в нижней части конструкции, основании скамьи, или под деревянными сиденьями недопустимы.

6.7 Защита в зоне передачи тепла излучением.

В области топочного отверстия спереди, сверху и по бокам топки должны быть предусмотрены минимальные расстояния не менее 80 см до строительных конструкций из горючих строительных материалов или из горючих компонентов, а также от встроенной мебели; при организации с одной или обеих сторон защиты от излучения в виде проветриваемого зазора, допускается сократить расстояние до 40 см. При этом проветриваемый зазор защиты от излучения должен составлять не менее 2 см.

Если нужны зазоры большего размера, особенно при использовании топок с отражательными внутренними и задними стенками, размеры должны быть заданы производителем.

Рисунок 6.12: Защита и расстояния перед отверстием топки



6.8. Защита в зоне топочного отверстия

Пол из горючих строительных материалов перед отверстием топки источника тепла с закрытой топкой должен быть защищён покрытием из негорючего строительного материала. Покрытие должно располагаться на расстоянии не менее 50 см перед отверстием и не менее 30 см по бокам.

Перед источниками тепла, которые могут эксплуатироваться с открытой топкой, напольные покрытия из горючих строительных материалов должны быть защищены в передней части на высоту, соответствующую высоте пола топки или высоте топливной решётки над уровнем пола плюс 30 см (итого не менее 50 см), по бокам - в зависимости от высоты основания топки или высоты топливной решётки над уровнем пола плюс 20 см (итого не менее 30 см). При устройстве защитной решётки высотой не менее 10 см достаточно противопожарной защиты размером 50 см перед топочным отверстием и 30 см по бокам.

Покрытие из негорючих материалов может быть выполнено из керамики (например, кафеля или плитки), из натурального камня или других минеральных строительных материалов (например, мрамора, гранита), из металла толщиной не менее 1 мм или соответствующего прочного стекла.

6.9 Конструкции для хранения топлива (дровницы, ящики, корзины)

Интегрированные в конструкцию источника тепла дровницы, контейнеры или другие элементы для хранения топлива должны быть так выполнены и размещены, чтобы в них не могли попасть угли или горячие частицы.

В закрываемых или вставляемых, пустых или наполненных ящиках или контейнерах недопустимо повышение температуры 85 °С при эксплуатации источника.

Через места для хранения топлива, которые могут быть полностью заполнены топливом, недопустимо протекание воздуха для горения или циркуляционного воздуха.

7 Конвекционная печь

Для расчёта и конструирования конвекционных кафельных печей действуют общие технические условия разделов

3. Материалы, строительные материалы и строительные компоненты
4. Конструкция, основные положения, общие требования
5. Подача воздуха для горения и
6. Огне- и теплозащита

7.1. Основополагающие требования

7.1.1 Печные топки, каминные топки, каналы для продуктов сгорания

Для конвекционных печей (кафельных или оштукатуренных печей) должны использоваться печные или каминные топки в соответствии с разделом 3.9. Они должны быть по данным производителя пригодными для использования в конвекционных печах.

Печные топки для твёрдого и жидкого топлива должны подключаться только к каналам для продуктов сгорания, недопустимо подключать их непосредственно к конструкции для удаления дымовых газов из-за высоких температур продуктов сгорания.

К печным или каминным топкам допускается подключать только те металлические или керамические каналы для продуктов сгорания, которые указаны производителем. Металлические каналы для продуктов сгорания образуют с печной или каминной топкой единое целое. Каналы должны иметь подтверждение использования со стороны строительного надзора, а вся конструкция отвечать условиям декларации о соответствии производителя.

Каналы для движения продуктов сгорания должны быть подключены трубой продуктов сгорания 1 к печной или каминной топке. Подключение каналов продуктов сгорания к конструкции для удаления дымовых газов осуществляется при помощи трубы продуктов сгорания 2. Возможно подключение керамических каналов продуктов сгорания напрямую к конструкции удаления дымовых газов, без использования трубы продуктов сгорания 2 в случае, если конструкция для удаления дымовых газов подходит для такого подключения.

Температура дымовых газов на входе в вертикальную часть конструкции для удаления дымовых газов не должна превышать 400 °С. Это значение может быть обеспечено при использовании предназначенных для этой цели печных и каминных топок и каналов продуктов сгорания, то есть:

- для печных и каминных топок с каналами продуктов сгорания заводского изготовления: это должны быть каналы продуктов сгорания определённого типа и вида, заданные производителем печной или каминной топки, или установленные в указанных пределах. Заданная температура дымовых газов должна быть ниже 400 °С.
- для печных топок на газообразном топливе, которые не подключаются к каналам продуктов сгорания: з/адаваемая производителем температура дымовых газов должна быть ниже 400 °С.
- для печных и каминных топок с каналами продуктов сгорания, выполняемых вручную: монтаж и конструкция каналов продуктов сгорания, а также труб продуктов сгорания, используемые материалы длина и поперечное сечение каналов продуктов сгорания, а также указания в отношении обслуживания, должны гарантировать, что средняя температура дымовых газов менее 400 °С.

Керамические каналы продуктов сгорания по разделу 4.10 могут подключаться только к печным или каминным топкам, выполненным в соответствии с DIN 18892 или DIN EN 13229, при сжигании дров или буроугольных брикетов, если только производитель не исключает такое использование.

Для печных топок на газообразном топливе по DIN 3364 часть 2 – Европа – или знак CE - не допускается применение каналов продуктов сгорания или дополнительных поворотов конструкции газового тракта.

Для конвекционных печей с использованием жидкого топлива необходимо дополнительно принимать во внимание следующие технические правила:

- правила эксплуатации в соответствии с законом об использовании воды в домашнем хозяйстве (WHG) § 19 1

Для конвекционных печей на газообразном топливе необходимо дополнительно принимать во внимание следующие технические правила:

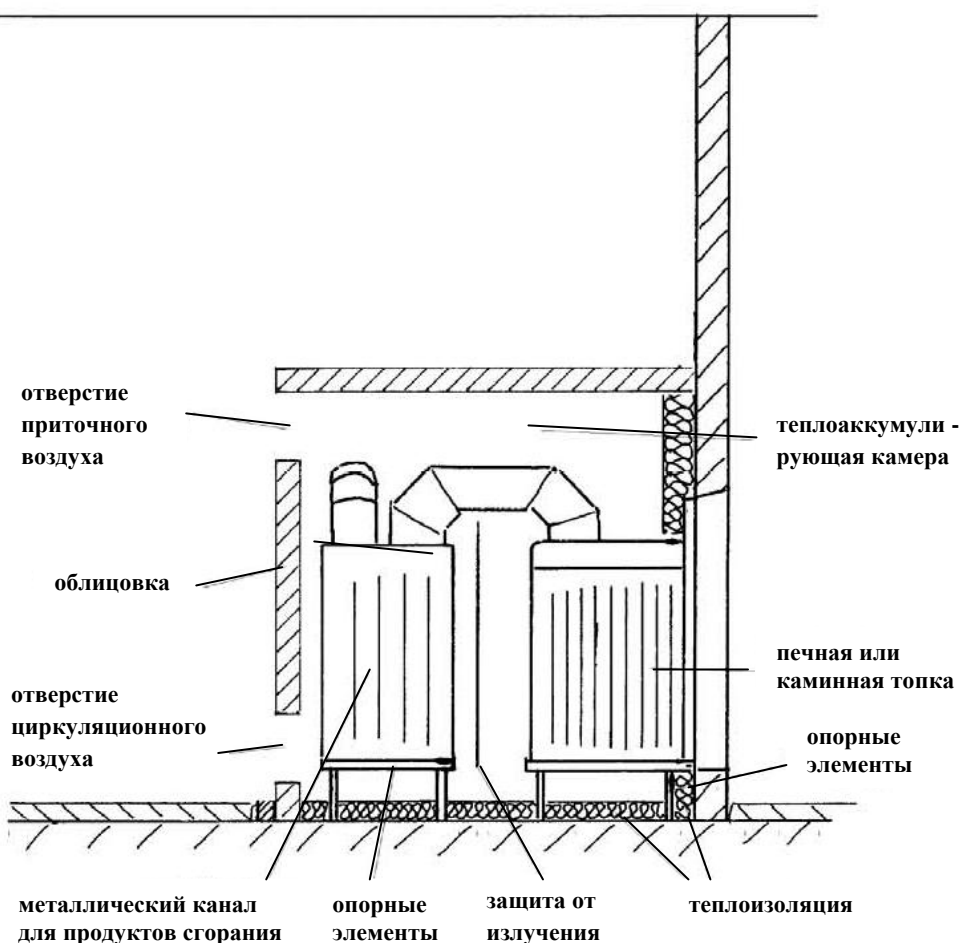
- технические правила установки газовой аппаратуры (DVGW-TGRI)
- при необходимости: технические правила для сжиженного газа (TRF)

7.1.2 Опорные элементы топки и основание

Печные топки и металлические каналы продуктов сгорания должны устанавливаться на опорные элементы. Тем самым должно гарантироваться беспрепятственное поступление циркуляционного воздуха в теплоаккумулирующую камеру. Если производителем не указано иное, расстояние от пола до топки и металлических каналов продуктов сгорания должно быть не менее 15 см.

Керамические каналы продуктов сгорания могут монтироваться также на кирпичном основании.

Рисунок 7.1: Базовая конструкция, опорные элементы и основание



7.1.3 Расстояние от труб для продуктов сгорания и от печных топок

Расстояние между неизолированным перекрытием теплоаккумулирующей камеры и верхней гранью печной топки должно составлять минимум 18 см.

Расстояние между трубой для дымовых газов 1 и неизолированным перекрытием теплоаккумулирующей камеры (сверху) или облицовкой (по сторонам) должно составлять минимум 10 см. Если перекрытие теплоаккумулирующей камеры или облицовка изнутри защищены (теплоизолированы), то расстояние можно уменьшить до 6 см.

Расстояние между трубой продуктов сгорания 2 и перекрытием теплоаккумулирующей камеры или облицовкой должно составлять минимум 6 см.

7.1.4 Установка печной или каминной топки внутри теплоаккумулирующей камеры

Установка печной топки должна быть осуществлена таким образом, чтобы её можно было заменять. Для печных топок, у которых размер переднего фронта или фронтальной плиты не больше корпуса самой печной топки (имеющей, например, кладку в пространстве под топкой, или монтажные стойки), должны быть предусмотрены меры предосторожности, чтобы при необходимости замены топки все выносные части, как, например, футеровка топки, могли быть заменены без повреждения или демонтажа. Должно быть сделано особое согласование с заказчиком. То же самое должно гарантироваться самой конструкцией печной топки.

Если печная или каминная топка частично или полностью устанавливается в проём защищаемой стены, необходимо принимать во внимание требования разделов с 6.1 по 6.3 и 7.13. То же самое действует для печных топок с обмуровкой, а также для области излучения фронтальной поверхности топки, встроенной в кирпичную нишу.

Опорные элементы и печную топку необходимо защитить от смещений, и обеспечить технически, чтобы печная топка не могла смещаться вследствие условий эксплуатации или обслуживания.

Нельзя допускать перегрев фронтальной поверхности печной топки, закрытой передней дверцы или других элементов, не предназначенных для подобного использования, которые делают возможной недостаточную циркуляцию воздуха между внутренней дверцей и фронтом печной топки.

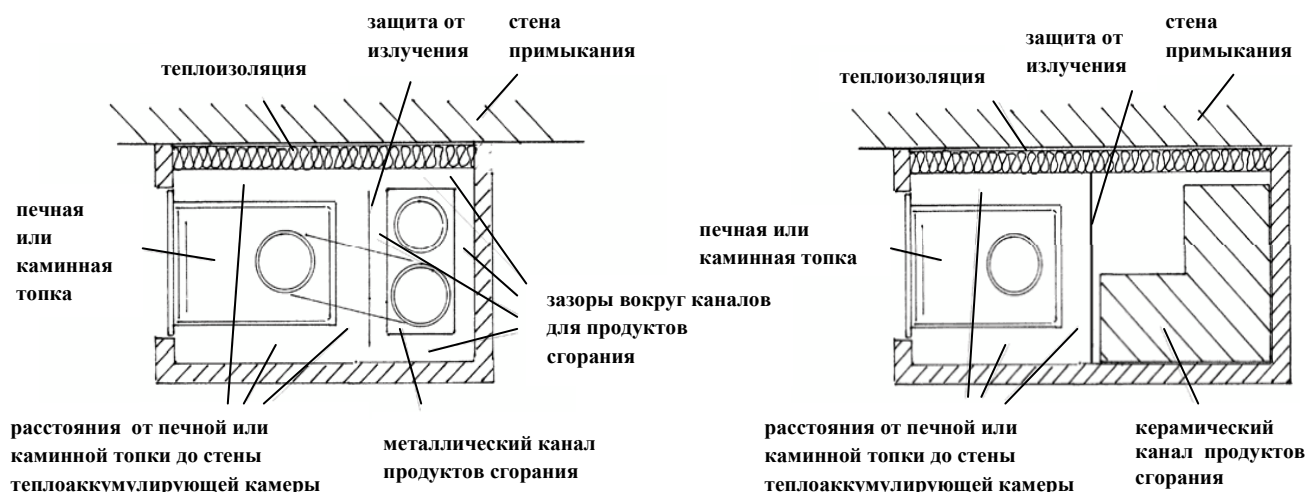
Между печной или каминной топкой и каналами для продуктов сгорания должна быть предусмотрена защита от излучения. В качестве защиты от излучения может быть использована листовая сталь или кладка. Кладка для защиты от излучения должна быть выполнена из материалов, которые подходят для использования в теплоаккумулирующей камере (например, шамотные камни или плиты, или заменители теплоизоляционных материалов).

Расстояние внутри теплоаккумулирующей камеры между печной или каминной топкой и облицовкой или защитой от излучения должны быть определены в зависимости от тепловой мощности по воздуху, или взяты по данным производителя в зависимости от конкретной ситуации установки топки.

Со всех сторон теплоаккумулирующей камеры между металлическими каналами для продуктов сгорания и облицовкой или защитой от излучения должно быть предусмотрено расстояние не менее 4 см и не более 7 см, если только производителем не указаны для этих целей отличающиеся расстояния. При использовании керамических каналов продуктов сгорания зазор между защитой от излучения и каналом можно не предусматривать.

Структура используемых материалов, конструкции, трубопроводы, трубы и т.д. не должны сужать расстояний в теплоаккумулирующей камере, предназначенных для свободного движения воздушных потоков.

Следовательно, стены теплоаккумулирующей камеры должны быть гладкими и износостойкими. Согласно настоящим техническим правилам поверхность с шероховатостью обычного печного шамота, полученного методом экструзии, рассматривается как гладкая.

Рис.7.2: Расстояния внутри теплоаккумулирующей камеры

7.1.5 Использование вентиляторов и дымососов

При необходимости обеспечения или поддержки циркуляции требуемого количества приточного или циркуляционного воздуха могут использоваться подходящие для этих целей вентиляторы.

Для обеспечения достаточного распределения тепла не менее 25% системы распределения тепла должно обеспечиваться за счёт конвекции с естественной циркуляцией.

Для обеспечения конвекции с естественной циркуляцией неработающие вентиляторы могут закрывать не более 75 % необходимого поперечного сечения.

Достаточная теплоотдача печной или каминной топки, каналов и труб продуктов сгорания должна быть обеспечена и при неработающем вентиляторе.

Также необходимо обеспечить, чтобы при выходе из строя вентилятора не могли возникнуть недопустимо высокие температуры внутри или на поверхности источника тепла, а также в системе распределения воздуха. В этой связи нужно обратить особое внимание на поверхности примыкания из или с использованием горючих материалов, расстояния до строительных компонентов и строительных материалов, связанных с распределением приточного воздуха, воздушными путями и расположением выпускного отверстия.

7.2 Расчёт

7.2.1 Основные положения

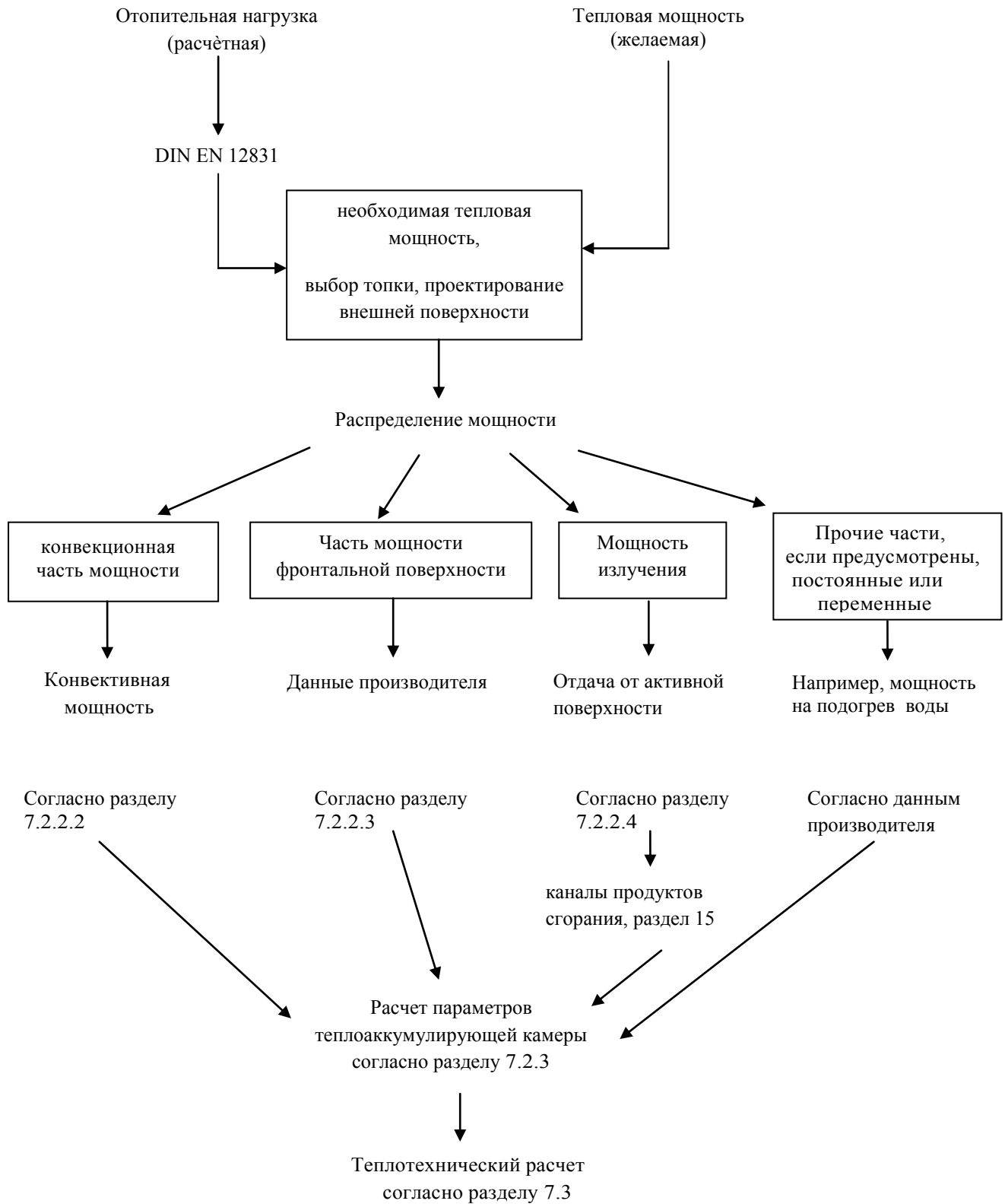
Расчёт конвекционной печи включает определение размеров теплоаккумулирующей камеры, требуемого поперечного сечения циркуляционного и приточного воздуха, а также требуемого разблокированного поперечного сечения приточного воздуха, при необходимости также воздушных каналов в другие помещения.

При отсутствии технических данных по размерам и конструкции керамических каналов продуктов сгорания, необходимо выполнить их расчёт вместе с расчётом печи. Этот расчёт включает в себя определение минимальной и максимальной длины каналов, среднего поперечного сечения канала, а при сужающемся поперечном сечении каналов - расчёт первого и последнего каналов.

Должны быть определены теплотехнические характеристики и данные по мощности.

7.2.2 Расчёт мощности

7.2.2.1 Схема выполнения расчёта



7.2.2.2 Конвективная составляющая мощности, конвективная тепловая мощность Q_{ZUL}

Конвекционные печи отдают тепло как конвекцией, так и излучением, необходимо принимать во внимание также те части мощности, которые высвобождаются не внутри теплоаккумулирующей камеры или облицовки.

Часть мощности со стороны воздуха определяют по следующей формуле:

для металлических каналов продуктов сгорания:

$$Q_{ZUL} = Q_N - Q_{FR} - Q_{ZUS} - Q_{KF} \quad [\text{уравнение 7.1}]$$

где:

- Q_{ZUL} : мощность со стороны воздуха в кВт, часть располагаемой тепловой мощности для нагрева воздуха
- Q_N : номинальная мощность печной или каминной топки в кВт, включая трубы продуктов сгорания 1 и 2, а также металлические каналы продуктов сгорания
- Q_{FR} : тепловая мощность фронтальной плиты или дверцы, дверцы зольника (излучение с фронтальной поверхности)
- Q_{ZUS} : часть мощности, высвобождаемая не в теплоаккумулирующей камере, например, часть мощности на подогрев воды
- Q_{KF} : мощность излучения на активную поверхность от печной или каминной топки и каналов продуктов сгорания из листовой стали или серого чугуна в кВт

для керамических каналов продуктов сгорания:

$$Q_{ZUL} = Q_{HE} + Q_{HGR1} + Q_{HGR2} + Q_{HGZ, konv.} - Q_{FR} - Q_{ZUS} - Q_{KF} \quad [\text{уравнение 7.2}]$$

где:

- Q_{ZUL} : мощность со стороны воздуха в кВт, часть располагаемой тепловой мощности для нагрева воздуха
- Q_{HE} : часть мощности печной или каминной топки при работе с керамическими каналами продуктов сгорания в кВт, мощность печной или каминной топки по данным производителя или согласно расчета без каналов продуктов сгорания и без труб продуктов сгорания
- Q_{HGR1} : мощность трубы продуктов сгорания 1 в кВт
- Q_{HGR2} : мощность трубы продуктов сгорания 2 (при наличии) в кВт
- $Q_{HGZ, konv.}$: конвективная мощность керамического канала продуктов сгорания (в зависимости от строительной конструкции, если от керамических каналов продуктов сгорания снимается соответствующая часть мощности) в кВт
- Q_{FR} : мощность фронтальной плиты или дверцы, дверцы зольника (излучение с фронтальной поверхности)
- Q_{ZUS} : часть мощности в кВт, высвобождаемая не в теплоаккумулирующей камере, например, часть мощности на подогрев воды
- Q_{KF} : мощность излучения в кВт на активную поверхность от печной или каминной топки

Номинальная мощность Q_N или часть мощности печной или каминной топки Q_{HE} , мощность фронтальной плиты Q_{FR} , как и другие части мощности Q_{ZUS} должны быть предоставлены производителем печной или каминной топки.

Если другие части мощности являются отключаемыми или переменными, тогда в качестве исходных данных для последующих расчетов теплоаккумулирующей камеры и тепловой нагрузки со стороны воздуха необходимо использовать самые малые из возможных величин других частей мощности. Если производителем заданы другие величины для расчёта, необходимо использовать эти параметры.

При этом действуют следующие условия:

Конвективная часть мощности печной или каминной топки при использовании керамических каналов продуктов сгорания Q_{HE} :

Если производителем не предоставлены другие параметры для этой части мощности, то она может быть рассчитана по соответствующей мощности горения Q_F , заданной производителем, по следующей формуле:

$$Q_{HE} = Q_F \cdot 0,4 \quad \text{[уравнение 7.3]}$$

где:

Q_{HE} : часть мощности в кВт печной или каминной топки при эксплуатации с керамическими каналами продуктов сгорания, мощность печной или каминной топки по данным производителя или согласно расчёта, без каналов продуктов сгорания и без труб продуктов сгорания

Q_F : мощность горения в кВт печной или каминной топки при эксплуатации с керамическими каналами продуктов сгорания по данным производителя

Указанная мощность горения Q_F должна быть основана на режиме эксплуатации с керамическими каналами продуктов сгорания (аккумулирующий режим эксплуатации).

Конвективная мощность трубы продуктов сгорания 1, Q_{HGR1} :

Мощность, отдаваемая трубой продуктов сгорания 1 в теплоаккумулирующую камеру, в зависимости от температуры продуктов сгорания и поверхности трубы должна быть определена следующим образом:

$$Q_{HGR1} = l \cdot d \cdot \pi \cdot 1,62 \text{ кВт/м}^2 \quad \text{что соответствует:} \quad \text{[уравнение 7.4]}$$

$$Q_{HGR1} = l \cdot d \cdot 5,1 \text{ кВт/м}^2$$

где:

Q_{HGR1} : мощность, отдаваемая трубой продуктов сгорания 1 в кВт

l : длина трубы продуктов сгорания 1 в м

d : диаметр трубы продуктов сгорания 1 в м

Конвективная мощность трубы продуктов сгорания 2, Q_{HGR2} :

Мощность, отдаваемая трубой продуктов сгорания 2 в теплоаккумулирующую камеру, в зависимости от температуры продуктов сгорания и поверхности трубы должна быть определена следующим образом:

$$Q_{HGR1} = l \cdot d \cdot \pi \cdot 0,62 \text{ кВт/м}^2 \quad \text{что соответствует:} \quad \text{[уравнение 7.5]}$$

$$Q_{HGR1} = l \cdot d \cdot 1,9 \text{ кВт/м}^2$$

где:

Q_{HGR2} : мощность, отдаваемая трубой продуктов сгорания 2 в кВт

l : длина трубы продуктов сгорания 2 в м

d : диаметр трубы продуктов сгорания 2 в м

7.2.2.3 Мощность, отдаваемая с фронтальной поверхности Q_{FR}

Мощность, отдаваемая в виде излучения с фронтальной поверхности печной или каминной топки, должна быть предоставлена производителем в виде процентов от номинальной мощности, или в виде конкретной величины в кВт.

При этом конкретное значение мощности в кВт должно относиться к эксплуатации с керамическими каналами для продуктов сгорания.

При отсутствии данных производителя в качестве замены для печных и каминных топок в зависимости от размеров обзорного стекла, мощность, отдаваемая с фронтальной поверхности, в % от номинальной мощности Q_N или мощности топки Q_{HE} при эксплуатации с керамическими каналами продуктов сгорания должна быть установлена по данным таблицы 7.1.

Таблица 7.1: Отдача тепла от фронтальной поверхности

Размеры обзорного стекла (в см ²)	в % от номинальной тепловой мощности Q_N или от мощности топки Q_{HE}
без обзорного стекла	10
до 400	20
более 400-600	25
более 600-800	30
более 800	35

7.2.2.4 Мощность излучения

Конвекционные печи отдают тепло как конвекцией, так и излучением, мощность излучения складывается из нескольких составных частей.

Мощность излучения через керамические каналы продуктов сгорания

Мощность излучения активной поверхности в помещение, где установлен источник тепла, от керамических каналов продуктов сгорания Q_{KW} , определяют в зависимости от строительного типа керамических каналов.

Расчётные значения удельной тепловой мощности нужно определять по таблице 7.2.

Примечание: На практике расчётные показатели при эксплуатации достигаются только после двух-трех закладок, без учёта фазы разогрева. Продолжительность фазы разогрева зависит от условий использования и окружающей среды (например, первый разогрев после периода охлаждения, низкие температуры помещения). Ориентировочные данные для толщин стенок могут быть взяты из таблицы 7.3.

Таблица 7.2: Расчётные показатели керамических каналов продуктов сгорания различных строительных типов

Строительный тип каналов продуктов сгорания:	тяжёлый	средний	лёгкий
Показатель:			
Удельная расчётная тепловая мощность $Q_{KW,spz}$ *)	0,45 кВт/м ²	0,70 кВт/м ²	0,80 кВт/м ²

*) в зависимости от режима эксплуатации (например, интервала загрузки) и температуры в штуцере печной или каминной топки значения могут варьироваться.

Таблица 7.3: Расчётные значения толщины стенки каналов продуктов сгорания различных строительных типов

Строительный тип каналов продуктов сгорания:	тяжелый	средний	лёгкий
Показатель:			
Толщина стенки первого канала	11...14 см	9...11 см	7...9 см
Толщина стенки последнего канала	5...10 см	5...8 см	5...6 см

Под приведёнными толщинами стенок понимается общий размер кафеля или облицовки и канала продуктов сгорания вместе с кладкой (форшуб), которые пристраиваются к оболочке конвекционной печи без разрывов вплоть до возможных деформационных швов.

Расстояния между отдельными слоями или воздушные зазоры при определении общей толщины стенки во внимание не принимаются.

Если каналы продуктов сгорания устанавливаются на расстоянии от облицовки, то удельная тепловая мощность будет наименьшей при одинаковых условиях эксплуатации и одинаковом строительном типе. Различные удельные тепловые мощности складываются в зависимости от того, закрыт ли воздушный зазор между каналом продуктов сгорания и облицовкой, или же воздух может свободно циркулировать в теплоаккумулирующей камере (открытый воздушный зазор).

В результате удельная тепловая мощность должна определяться в зависимости от размеров и типа зазоров.

Таблица 7.4: Удельная расчётная тепловая мощность $q_{KW,spz}$ (мощность излучения) керамических каналов продуктов сгорания различного строительного типа с зазором до облицовки

Строительный тип каналов продуктов сгорания:	тяжелый	средний	лёгкий
Удельная расчётная тепловая мощность $q_{KW,spz}$:			
Закрытый зазор до 1 см	0,45 кВт/м ²	0,70 кВт/м ²	0,80 кВт/м ²
Закрытый зазор от 1 см до 3 см	0,44 кВт/м ²	0,68 кВт/м ²	0,76 кВт/м ²
Закрытый зазор от 3 см до 5 см	0,42 кВт/м ²	0,66 кВт/м ²	0,73 кВт/м ²
Закрытый зазор от 5 см до 7 см	0,40 кВт/м ²	0,63 кВт/м ²	0,70 кВт/м ²
Закрытый зазор от 7 см до 10 см	0,38 кВт/м ²	0,60 кВт/м ²	0,67 кВт/м ²
Строительный тип каналов продуктов сгорания:	тяжелый	средний	лёгкий
Открытый зазор до 3 см	0,42 кВт/м ²	0,65 кВт/м ²	0,75 кВт/м ²
Открытый зазор от 3 см до 6 см	0,35 кВт/м ²	0,57 кВт/м ²	0,65 кВт/м ²
Открытый зазор от 6 см до 10 см	0,30 кВт/м ²	0,50 кВт/м ²	0,55 кВт/м ²

Мощность излучения активной внешней поверхности, обогреваемой каналами продуктов сгорания, складывается из удельной тепловой мощности:

$$Q_{KW} = A_{HF,HGZ} \cdot q_{KW,spez} \quad [\text{уравнение 7.6}]$$

где:

Q_{KW} : тепловая мощность активной поверхности, обогреваемой керамическими каналами продуктов сгорания в кВт

$A_{HF,HGZ}$: активная поверхность в m^2 , обогреваемая керамическими каналами продуктов сгорания

$q_{KW,spez}$: удельная тепловая мощность в kW/m^2 , по таблице 7.2 или таблице 7.4

Мощность излучения печной или каминной топки и металлических каналов продуктов сгорания

Тепловая мощность в кВт печной или каминной топки и каналов продуктов сгорания из листовой стали или серого чугуна, излучаемая активной поверхностью Q_{KF} , определяется следующим образом:

Расчётная удельная тепловая мощность активной поверхности за счёт излучения печной или каминной топки или металлических каналов продуктов сгорания, составляет $0,4 \text{ кВт}/m^2$.

Таким образом, мощность излучения активной поверхности, обогреваемой печной или каминной топкой, трубами продуктов сгорания или металлическими каналами продуктов сгорания, определяется по уравнению:

$$Q_{KF} = A_{HF,HK} \cdot q_{KF,spez} \quad [\text{уравнение 7.7}]$$

$$Q_{KF} = A_{HF,HK} \cdot 0,4 \text{ кВт}/m^2$$

где:

Q_{KF} : тепловая мощность в кВт активной поверхности в области теплоаккумулирующей камеры

$A_{HF,HK}$: активная поверхность в m^2 в области теплоаккумулирующей камеры

$q_{KF,spez}$: удельная тепловая мощность $q_{KF,spez} = 0,4 \text{ кВт}/m^2$

7.2.3 Расчёт теплоаккумулирующей камеры

7.2.3.1 Объёмный расход воздуха на горение / циркуляцию

Поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры и свободное сечение воздушной решётки определяются в зависимости от объёмного расхода приточного/циркуляционного воздуха $\dot{V}_{ZUL}/\dot{V}_{UML}$ или тепловой мощности со стороны воздуха Q_{ZUL} для нагрева приточного воздуха, разности температур $\Delta\vartheta_{UML/ZUL}$ и скорости воздуха w_{ZUL} , где максимальная температура приточного воздуха составляет $75 \text{ }^\circ\text{C}$.

Параметры объёмного расхода циркуляционного \dot{V}_{UML} и приточного воздуха \dot{V}_{ZUL} представлены в таблице 7.5.

Таблица 7.5: Объёмный расход приточного и циркуляционного воздуха

Тепловая мощность со стороны воздуха Q_{ZUL} (Вт)	Объёмный расход приточного воздуха \dot{V}_{ZUL} м ³ /ч	Объёмный расход циркуляционного воздуха \dot{V}_{UML} м ³ /ч
500	32	27
750	48	40
1000	64	54
1250	80	67
1500	96	81
1750	112	94
2000	128	108
2250	144	121
2500	160	135
2750	176	148
3000	192	162
3250	208	175
3500	224	189
3750	240	202
4000	256	216
4250	272	229
4500	288	243
4750	304	256
5000	320	269
5250	336	283
5500	352	296
5750	368	310
6000	384	323
6250	400	337
6500	416	350
6750	432	364
7000	448	377
7250	464	391
7500	480	404
7750	496	418
8000	512	431
8250	528	445
8500	544	458
8750	560	472
9000	576	485

7.2.3.2 Свободное поперечное сечение воздуховодов приточного/циркуляционного воздуха

Необходимое свободное поперечное сечение для воздушных решёток или отверстий в кафеле, кафельных решёток должно быть принято по таблице 7.6.

Таблица 7.6: Свободное поперечное сечение в см² для решёток и отверстий в кафеле на основании тепловой мощности для нагрева воздуха Q_{ZUL}

Скорость воздуха w_{ZUL} м/с	Сечение приточного воздуха $A_{G,ZUL}$ см ² /кВт	Сечение циркуляционного воздуха $A_{G,UML}$ см ² /кВт
0,5	360	300
0,75*	240*	200*
1,0	180	150
1,25	140	120

*предпочтительные расчетные данные, обусловленные скоростью потока

Таблицы 7.5 и 7.6 основаны на:

$\vartheta_{ZUL} = 75^{\circ}\text{C}$, $\vartheta_{UML} = 20^{\circ}\text{C}$ и при этом $\Delta \vartheta_{UML/ZUL} = 55\text{K}$

7.2.3.3 Поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры

Свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры A_{HK} или зазоров теплоаккумулирующей камеры должны быть заданы производителем печной или каминной топки. Если эти данные отсутствуют, то поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры можно определить по табл. 7.7 или рассчитать по уравнению 7.9.

Таблица 7.7: Общее свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры

Q_{ZUL} (кВт)	A_{HK} (см ²)
3	600-720
3,5	700-840
4	800-960
4,5	900-1080
5	1000-1200
5,5	1100-1320
6	1200-1440
6,5	1300-1560
7	1400-1680
7,5	1500-1800
8	1600-1920
8,5	1700-2040
9	1800-2160

Таблица 7.7 основана на следующих исходных данных:

средняя температура воздуха в теплоаккумулирующей камере $\vartheta_{HK,mittel} = 47,5^{\circ}\text{C}$,

плотность воздуха при $52,5^{\circ}\text{C}$ $\rho_{52,5^{\circ}\text{C}} = 1,101 \text{ кг/м}^3$,

Разница температур между циркуляционным и приточным воздухом $\Delta \vartheta_{UML/ZUL} = 55 \text{ K}$,

удельная теплоёмкость воздуха $c_p = 0,28$ Втч/кгК,
 температура приточного воздуха $\vartheta_{ZUL} = 75^\circ\text{C}$,
 температура циркуляционного воздуха $\vartheta_{UML} = 20^\circ\text{C}$,
 средняя скорость воздуха $w_{ZUL} = 0,75$ м/с.

Общее поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры A_{HK} складывается из отдельных поперечных сечений печной или каминной топки $A_{HK,HE}$ и каналов продуктов сгорания $A_{HK,HGZ}$.

$$A_{HK} = A_{HK,HE} + A_{HK,HGZ} \quad [\text{уравнение 7.8}]$$

В качестве замены расчёт свободного поперечного сечения теплоаккумулирующей камеры может быть выполнен по следующему уравнению:

$$A_{HK} = Q_{ZUL} \cdot 240 \text{ см}^2/\text{кВт} \quad [\text{уравнение 7.9}]$$

где:

A_{HK} : свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры в см^2

$A_{HK,HE}$: свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры с печной или каминной топкой в см^2

$A_{HK,HGZ}$: свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры в см^2 , в которой предусмотрены каналы продуктов сгорания

Q_{ZUL} : конвекционная доля мощности в кВт

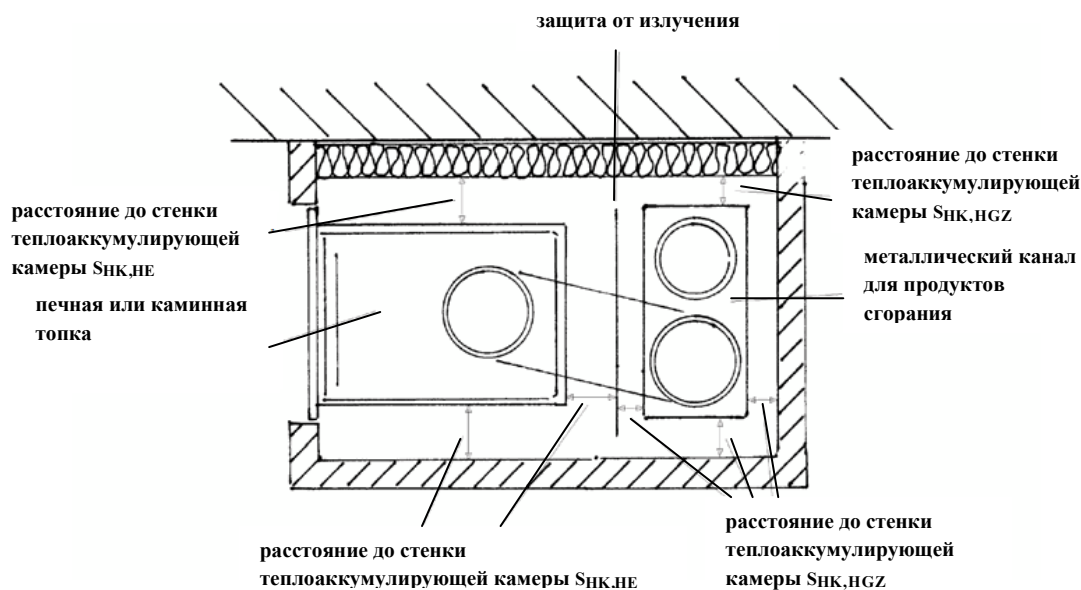
7.2.3.4 Расстояния внутри теплоаккумулирующей камеры

Для корректного отведения конвективной мощности необходимо правильно определить размеры расстояний между печной или каминной топкой и облицовкой, или между печной или каминной топкой и защитой от излучения каналов продуктов сгорания, а также расстояний между каналами продуктов сгорания и облицовкой.

Необходимо использовать расстояния, указанные производителем.

При отсутствии данных по расстояниям для печной или каминной топкой, в качестве замены можно использовать расчёт по уравнениям 7.10, 7.11 и 7.12 в зависимости от определенного поперечного сечения теплоаккумулирующей камеры (A_{HK}) и геометрии печной или каминной топкой.

Рис.7.3: Расстояния внутри теплоаккумулирующей камеры с металлическими каналами



В качестве замены расстояния между каналом продуктов сгорания и облицовкой должны быть определены в пределах от 4 до 6 см.

Примечание: Если используются металлические каналы продуктов сгорания длиной ≈ 40 см и шириной 20 см с одинаковым расстоянием до стенок теплоаккумулирующей камеры со всех сторон от 4 до 6 см, то можно производить приблизительный расчёт с поперечным сечением теплоаккумулирующей камеры для каналов продуктов сгорания $A_{\text{НК, HGZ}} = 600 \text{ см}^2$

Расстояние со всех сторон печной или каминной топки до стенок теплоаккумулирующей камеры, которое необходимо предусмотреть заранее, может быть установлено по следующему уравнению:

$$S_{\text{НК, HE}} = \frac{A_{\text{НК}} - A_{\text{НК, HGZ}}}{b_{\text{HE}} + 2 \cdot t_{\text{HE}}} \quad [\text{уравнение 7.10}]$$

Это приблизительно соответствует при определённых каналах продуктов сгорания (см. примечание):

$$S_{\text{НК, HE}} = \frac{A_{\text{НК}} - 600 \text{ см}^2}{b_{\text{HE}} + 2 \cdot t_{\text{HE}}} \quad [\text{уравнение 7.11}]$$

Максимальное расстояние внутри теплоаккумулирующей камеры от печной или каминной топки до облицовки или до защиты от излучения не должно превышать расчётное более чем на 30 %.

$$S_{\text{НК, HE, max}} = S_{\text{НК, HE}} \cdot 1,3 \quad [\text{уравнение 7.12}]$$

где:

$A_{\text{НК}}$: общее свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры в см^2 (данные производителя или таблицы 7.7)

$A_{\text{НК, HGZ}}$: свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры с каналами продуктов сгорания, в см^2 ,

t_{HE} : глубина печной или каминной топки в см

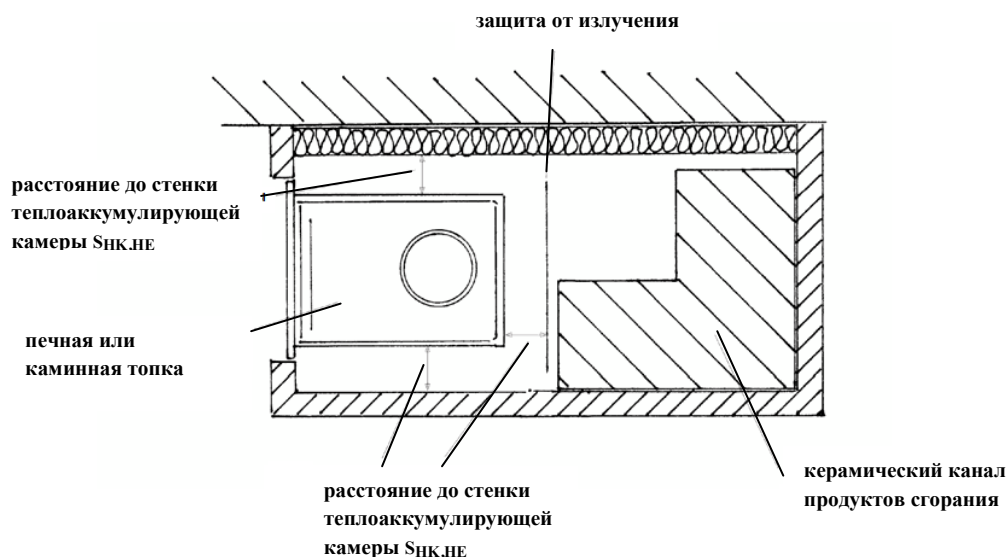
b_{HE} : ширина печной или каминной топки в см

$S_{\text{НК, HE}}$: расстояние со всех сторон от печной или каминной топки до стенок теплоаккумулирующей камеры в см,

$S_{\text{НК, HE, max}}$: максимально возможное расстояние от печной или каминной топки до стенок теплоаккумулирующей камеры в см

Результат рассчитанного зазора до стенок теплоаккумулирующей камеры может быть округлен. Среднее расстояние может отличаться от расчётного не более чем на 25 %, однако, если при этом выдерживается общее необходимое свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры.

Рисунок 7.4: Расстояния от стен теплоаккумулирующей камеры при использовании керамических каналов продуктов сгорания без конвекции



Расстояние, которое необходимо предусмотреть со всех сторон печной или каминной топки до стен теплоаккумулирующей камеры, приблизительно можно рассчитать по уравнению:

$$S_{\text{НК,НЕ}} = \frac{A_{\text{НК}}}{b_{\text{НЕ}} + 2 \cdot t_{\text{НЕ}}} \quad [\text{уравнение 7.13}]$$

Максимальное расстояние внутри теплоаккумулирующей камеры от печной или каминной топки до облицовки или до защиты от излучения не должно превышать расчётное более чем на 30 %.

$$S_{\text{НК,НЕ,max}} = S_{\text{НК,НЕ}} \cdot 1,3 \quad [\text{уравнение 7.14}]$$

где:

$A_{\text{НК}}$: общее свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры в см² (данные производителя или таблицы 7.7)

$t_{\text{НЕ}}$: глубина печной или каминной топки в см

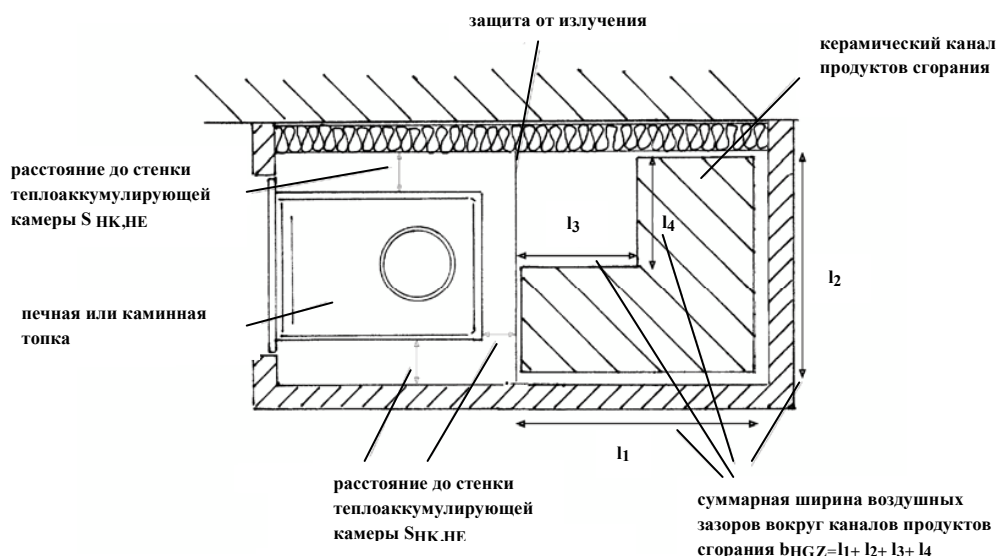
$b_{\text{НЕ}}$: ширина печной или каминной топки в см

$S_{\text{НК,НЕ}}$: расстояние со всех сторон от печной или каминной топки до стенок теплоаккумулирующей камеры в см,

$S_{\text{НК,НЕ,max}}$: максимально возможное расстояние от печной или каминной топки до стенок теплоаккумулирующей камеры в см

Результат рассчитанного зазора до стенок теплоаккумулирующей камеры может быть округлен. Среднее расстояние может отличаться от расчётного не более чем на 25 %, однако, если при этом выдерживается общее необходимое свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры.

Рисунок 7.5 : Расстояния до стенок теплоаккумулирующей камеры при использовании керамических каналов, с учётом конвекции



Расстояние, которое необходимо предусмотреть со всех сторон печной или каминной топки до стен теплоаккумулирующей камеры, рассчитывается по следующему уравнению:

$$S_{\text{НК,НЕ}} = \frac{A_{\text{НК}} - A_{\text{НК,НГЗ}}}{b_{\text{НЕ}} + 2 \cdot t_{\text{НЕ}}} \quad [\text{уравнение 7.15}]$$

Поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры для каналов продуктов сгорания складывается при этом из ширины поверхности канала продуктов сгорания, у которых предусмотрена конвекционная отдача мощности, и расстояния до облицовки (в зависимости от выбранного строительного типа).

Расстояние от стенок теплоаккумулирующей камеры до каналов продуктов сгорания должно быть открытым, чтобы сделать возможным отведение теплого воздуха.

$$A_{HK,HGZ} = b_{HGZ,konv} \cdot S_{HK,HGZ} \quad [\text{уравнение 7.16}]$$

Максимальное расстояние внутри теплоаккумулирующей камеры от печной или каминной топки до облицовки или до защиты от излучения не должно превышать расчётное более чем на 30 %.

$$S_{HK,HGZ} = S_{HK,HE} \cdot 1,3 \quad [\text{уравнение 7.17}]$$

где:

A_{HK} :	общее свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры в см ² (данные производителя или табл. 7.7)
t_{HE} :	глубина печной или каминной топки в см
b_{HE} :	ширина печной или каминной топки в см
$S_{HK,HE}$:	расстояние со всех сторон от печной или каминной топки до стенок теплоаккумулирующей камеры в см,,
$b_{HGZ,konv}$:	ширина поверхностей каналов продуктов сгорания в см, которые отдают конвективную мощность в теплоаккумулирующую камеру
$S_{HK,HGZ}$:	расстояние вокруг каналов продуктов сгорания в см
$S_{HK,HE,max}$:	максимально возможное расстояние от печной или каминной топки до стенок теплоаккумулирующей камеры в см

Результат рассчитанного зазора до стенок теплоаккумулирующей камеры может быть округлен.

Среднее расстояние может отличаться от расчётного не более чем на 25 %, однако, если при этом выдерживается общее необходимое свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры.

7.2.3.5 Иные конструкции

Рассчитываются по следующим формулам:

$$V_{ZUL} = \frac{Q_{ZUL}}{C_{p,Luft} \cdot \Delta\theta_{UML/ZUL} \cdot \rho_{ZUL}} \quad [\text{уравнение 7.18}]$$

$$V_{UML} = \frac{Q_{ZUL}}{C_{p,Luft} \cdot \Delta\theta_{UML/ZUL} \cdot \rho_{UML}} \quad [\text{уравнение 7.19}]$$

$$A_{G,ZUL} = \frac{V_{ZUL}}{W_{ZUL} \cdot 3600 \text{ с/ч}} \quad [\text{уравнение 7.20}]$$

$$A_{G,UML} = \frac{V_{UML}}{W_{UML} \cdot 3600 \text{ с/ч}} \quad [\text{уравнение 7.21}]$$

$$A_{HK} = \frac{V_{ZUL}}{0,75 \text{ м/с} \cdot 3600 \text{ с/ч}} \quad [\text{уравнение 7.22}]$$

где:

\dot{V}_{ZUL} :	объемный расход приточного воздуха в м ³ /ч
V_{UML} :	объемный расход циркуляционного воздуха в м ³ /ч
Q_{ZUL} :	тепловая мощность со стороны воздуха, необходимая или имеющаяся тепловая мощность для подогрева воздуха, в кВт
ρ_{ZUL} :	плотность воздуха в кг/м ³ при температуре приточного воздуха ϑ_{ZUL}
ρ_{UML} :	плотность воздуха в кг/м ³ при температуре циркуляционного воздуха ϑ_{UML}
$\Delta\vartheta_{UML/ZUL}$:	разность температур между приточным и циркуляционным воздухом (воздух в помещении) в К
$A_{G,ZUL}$:	общее свободное поперечное сечение приточных отверстий или воздушных решёток в см ²
$A_{G,UML}$:	общее свободное сечение отверстий или решёток циркуляционного воздуха в см ²
$W_{ZUL/UML}$:	средняя скорость движения воздуха в свободном поперечном сечении в м/с
A_{HK} :	общее свободное поперечное сечение теплоаккумулирующей камеры в см ²

7.2.4 Расчёт керамических каналов для движения продуктов сгорания

Определение размеров керамических каналов продуктов сгорания выполняют по разделу 15.

Керамические каналы продуктов сгорания допускаются, если производитель печной или каминной топки предоставляет соответствующие данные, необходимые для подобного использования (температура в штуцере отвода продуктов сгорания, массовый расход продуктов сгорания).

При применении керамических каналов продуктов сгорания технические данные конструкции также необходимо использовать для дальнейшего теплотехнического расчета.

7.3 Теплотехнический расчёт

Для технической документации и проведения последующего расчёта необходимы следующие теплотехнические данные:

температура продуктов сгорания	ϑ_w	в °С
требуемая тяга	P_{Ze}	в Па
массовый расход продуктов сгорания	\dot{m}	в г/с
необходимый объемный расход воздуха для горения	\dot{V}_Z	в м ³ /ч
условная тепловая мощность	P_{LF}	в кВт

Эти данные определяются или принимаются следующим образом:

7.3.1 Температура дымовых газов

Конвекционные печи в зависимости от строительного типа используемых каналов продуктов сгорания делятся на:

7.3.1.1 Конвекционная печь с металлическими каналами для продуктов сгорания

$$\vartheta_W = \vartheta_{Abg} - \Delta\vartheta_{HGR2} - \Delta\vartheta_{Verb.St} \quad [\text{уравнение 7.23}]$$

где:

ϑ_W : температура дымовых газов на входе в вертикальную часть конструкции для удаления дымовых газов (например, в точке подключения к дымовой трубе) в °C

ϑ_{Abg} : температура дымовых газов согласно данным производителя на выходе из дополнительных поверхностей нагрева (или другого заданного пункта)

$\Delta\vartheta_{HGR2}$: разница температур, снижение температур в трубе продуктов сгорания 2 (ТПС2), расчётная или по диаграмме 7.1

$\Delta\vartheta_{Verb.St.}$: разница температур, снижение температуры в соединительном элементе вне источника тепла, если предусмотрено, расчётная или по диаграмме 7.2

Диаграмма 7.1: Снижение температуры трубы продуктов сгорания 2

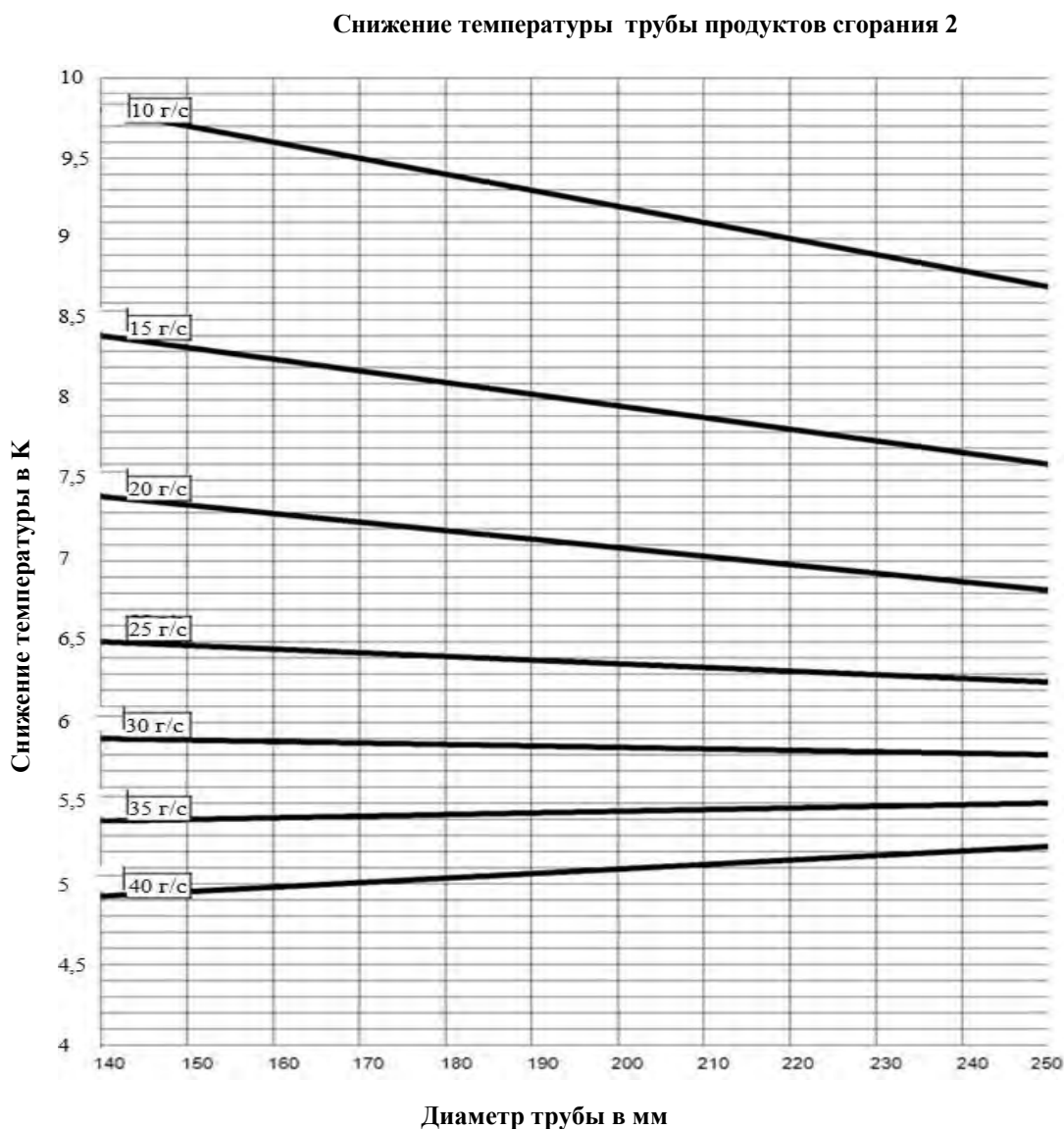
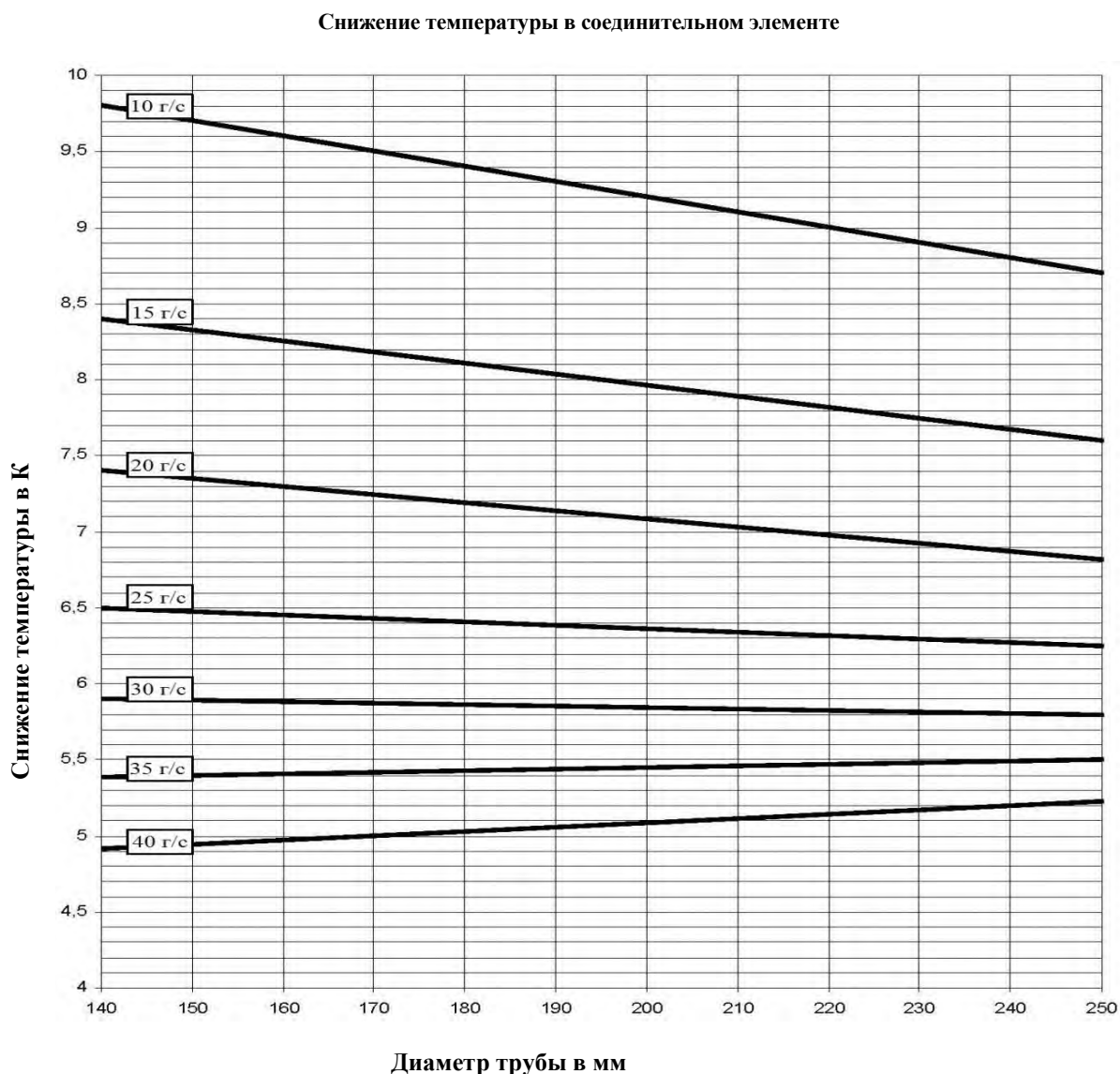


Диаграмма 7.2: Снижение температуры в соединительном элементе



7.3.1.2 Конвекционная печь с керамическими каналами для продуктов сгорания

$$\vartheta_W = \vartheta_{HGZ} - \Delta\vartheta_{HGR2} - \Delta\vartheta_{Verb.St.} \quad [\text{уравнение 7.24}]$$

где:

ϑ_W : температура дымовых газов на входе в вертикальную часть конструкции для удаления дымовых газов (например, в точке подключения к дымовой трубе) в °С

ϑ_{HGZ} : расчётная температура на входе в трубу продуктов сгорания/ на входе в трубу продуктов сгорания 2: $\vartheta_{HGZ} = 180^\circ\text{C}$ или расчётная температура в °С

$\Delta\vartheta_{HGR2}$: разница температур, снижение температур в трубе продуктов сгорания 2 (HGR2), расчетная или по диаграмме 7.1

$\Delta\vartheta_{Verb.St.}$: разница температур, снижение температуры в соединительном элементе вне источника тепла, если предусмотрено, расчетная или по диаграмме 7.2

7.3.2 Требуемая тяга

Для конвекционных печей в зависимости от используемого строительного типа каналов для продуктов сгорания следует различать:

7.3.2.1. Конвекционная печь с металлическими каналами для продуктов сгорания

$$P_{ZE} = P_W + P_B + P_{FV} \quad [\text{уравнение 7.25}]$$

где:

- P_{ZE} : требуемая общая тяга источника тепла в Па, включая подвод воздуха на горение и соединительный элемент
- P_W : требуемая тяга источника тепла в Па, данные производителя печной или каминной топки, при необходимости, включая имеющиеся принадлежности (например, патрубок подвода воздуха на горение, исполнительные механизмы и т.д), соответствующие величины для труб продуктов сгорания 1 и 2 и металлических каналов продуктов сгорания
- P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) воздуховода для подачи воздуха на горение, или требуемое разрежение для подвода воздуха на горение. Для воздуховодов рассчитывается по разделу 5.2 или определяется по таблице 19.8. При обеспечении воздухом для горения непосредственно из помещения, в котором установлен источник тепла, значение установлено: $P_B = 4$ Па
- P_{FV} : требуемая тяга соединительного элемента вне источника тепла в Па, определённая расчётом или по диаграмме 7.5.

7.3.2.2. Конвекционная печь с керамическими каналами для продуктов сгорания

$$P_{Ze} = P_{W,HE} + P_{HGR1} + P_{HGZ} + P_{HGR2} + P_{FV} + P_B \quad [\text{уравнение 7.26}]$$

где:

- P_{Ze} : требуемая общая тяга источника тепла в Па, включая подвод воздуха на горение и соединительный элемент
- $P_{W,HE}$: требуемая тяга печной или каминной топки в Па по данным производителя при эксплуатации с керамическими каналами продуктов сгорания
- P_{HGR1} : требуемая тяга трубы продуктов сгорания 1 в Па, определённая расчётом или по диаграмме 7.3
- P_{HGZ} : требуемая тяга керамических каналов продуктов сгорания в Па, определённая расчётом или по разделу 15.3.4
- P_{HGR2} : требуемая тяга трубы продуктов сгорания 2 в Па, определённая расчётом или по диаграмме 7.4
- P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) воздуховода для подачи воздуха на горение, или требуемое разрежение для подвода воздуха на горение. Для воздуховодов рассчитывается по разделу 5.2 или определяется по таблице 19.8. При обеспечении воздухом для горения непосредственно из помещения, в котором установлен источник тепла, значение установлено: $P_B = 4$ Па
- P_{FV} : требуемая тяга соединительного элемента вне источника тепла в Па (если есть в наличии), определённая расчётом или по диаграмме 7.5.

Диаграмма 7.3: Требуемая тяга в трубе продуктов сгорания 1

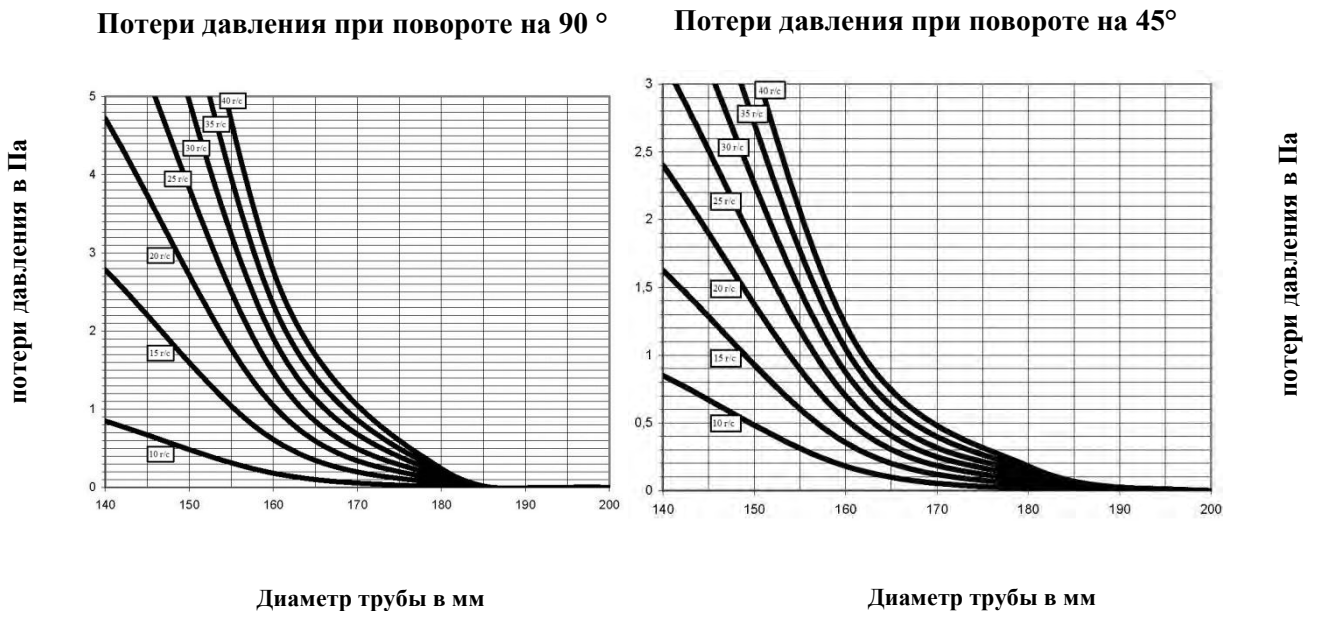


Диаграмма 7.4: Требуемая тяга в трубе продуктов сгорания 2

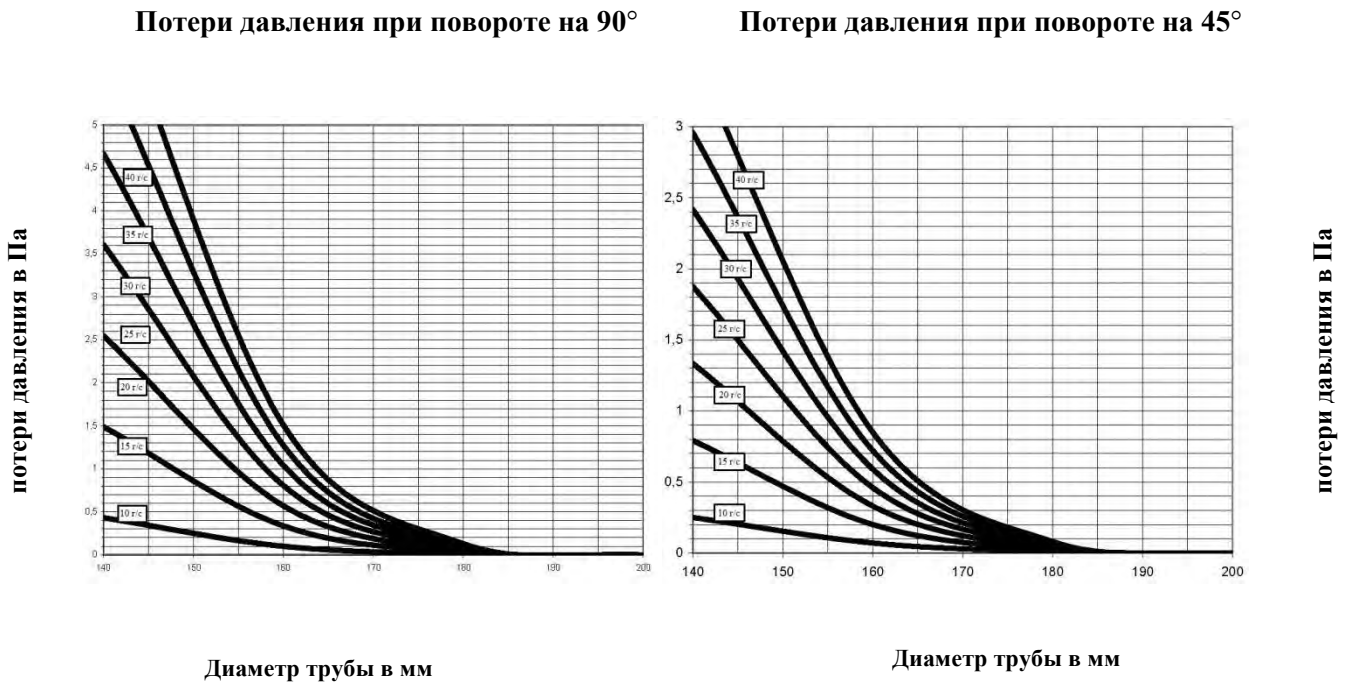
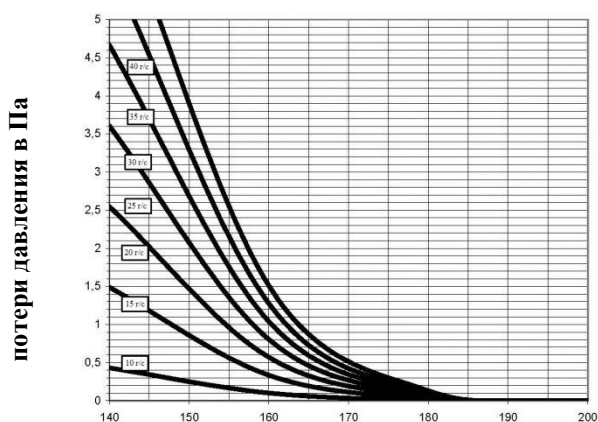
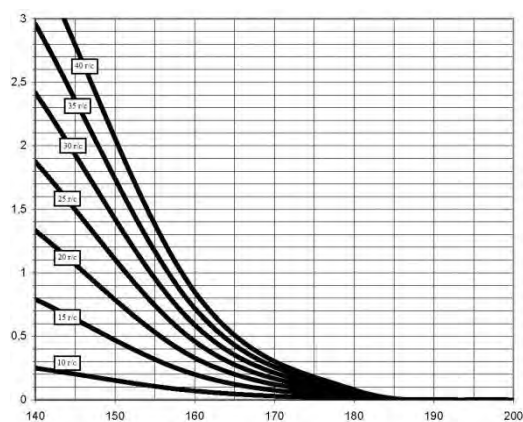


Диаграмма 7.5: Требуемая тяга в соединительном элементе**Потери давления при повороте на 90°****Потери давления при повороте на 45°**

Диаметр трубы в мм



Диаметр трубы в мм

потери давления в Па

7.3.3. Массовый поток дымовых газов

\dot{m} : массовый поток дымовых газов в г/с, данные производителя печной или каминной топки для соответствующего строительного типа в зависимости от используемых каналов для продуктов сгорания

7.3.4. Необходимый объёмный расход воздуха для горения

Необходимый объёмный расход воздуха для горения в зависимости от соответствующего режима эксплуатации или строительного типа источника тепла должен быть представлен производителем печной или каменной топки. Если данные не представлены, расчет может быть выполнен по:

для печных и каминных топок на твёрдом топливе

$$\dot{V}_B = 12,5 \frac{\text{м}^3}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B \quad \text{[уравнение 7.27]}$$

для печных топок на жидком или газообразном топливе:

$$\dot{V}_B = 1,6 \frac{\text{м}^3}{\text{кВт/ч}} \cdot Q_N \quad \text{[уравнение 7.28]}$$

где:

\dot{V}_B — необходимый объёмный расход воздуха для горения в м³/ч

\dot{m}_B — расход твёрдого топлива, кг/ч

Q_N — заданная номинальная тепловая мощность по данным производителя в кВт

7.3.5 Условная тепловая мощность

для печных и каминных топок на твёрдом топливе

$$P_{LF} = 8 \frac{\text{кВт}}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_b \quad [\text{уравнение 7.29}]$$

для печных топок на жидком или газообразном топливе:

$$P_{LF} = Q_N \quad [\text{уравнение 7.30}]$$

где:

P_{LF} условная тепловая мощность в кВт

\dot{m}_b часовой расход твёрдого топлива в кг/ч

Q_N номинальная тепловая мощность по данным производителя, в кВт

8 Центральное воздушное отопление с естественной циркуляцией

Для расчёта и конструирования центрального воздушного отопления с естественной циркуляцией действуют общие технические условия разделов

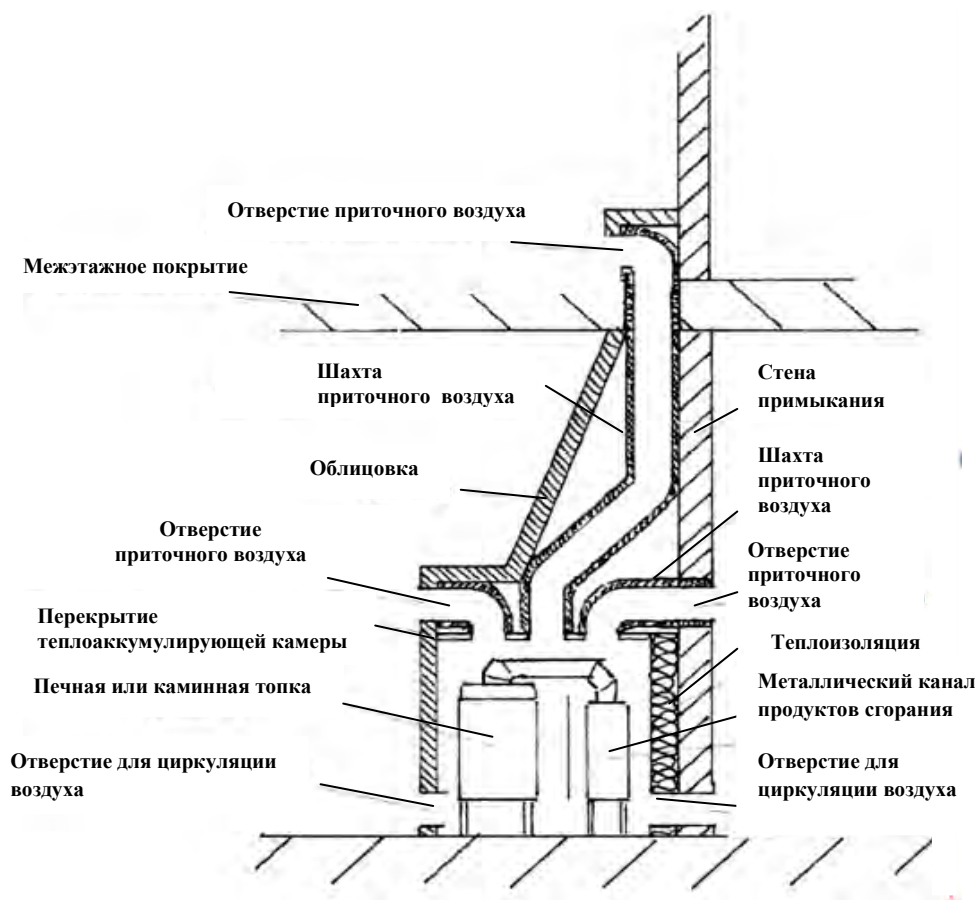
3. Материалы, строительные материалы и строительные компоненты
4. Конструкция, основные положения, общие требования
5. Подача воздуха для горения и
6. Огне- и теплозащита

8.1. Основополагающие требования

8.1.1. Основные положения

Источниками тепла в системах воздушного отопления с естественной циркуляцией могут быть кафельные печи или камины с печными топками.

Рис. 8.1: Базовая конструкция воздушного отопления с естественной циркуляцией



При использовании конвекционной кафельной печи в качестве источника тепла воздушного отопления с естественной циркуляцией её необходимо устанавливать согласно разделу 7.1 настоящих технических правил.

Располагаемая тепловая мощность для подогрева воздуха и объёмный расход приточного воздуха должны быть определены по разделам 7.2.1, 7.2.2 и 7.2.3.

При определении потерь тепла помещения, в котором будет установлена кафельная печь или отопительный камин для воздушного отопления, необходимо принимать во внимание теплоотдачу от внешней оболочки из кафеля, теплоотдачу керамических каналов продуктов сгорания, фронтальной плиты или дверцы топки. Нагрев помещения за счёт приточного воздуха при этом необходимо соответствующим образом уменьшить.

При использовании печных или каминных топок на газообразном топливе, оснащенных регуляторами потока, должно быть исключено засасывание дымовых газов в систему распределения воздуха из-за возможного повышения давления внутри воздушной распределительной системы. Поэтому регуляторы потока не должны находиться непосредственно в теплоаккумулирующей или конвекционной камере или располагаться на выходе из неё.

Для поддержания циркуляции воздуха при необходимости могут применяться соответствующие вентиляторы. Для обеспечения достаточного распределения тепла не менее 25% системы распределения тепла должно обеспечиваться за счёт естественной циркуляции. Для обеспечения конвекции с естественной циркуляцией неработающие вентиляторы могут закрывать не более 75 % необходимого поперечного сечения.

Необходимо обеспечить, чтобы при выходе из строя вентилятора не могли возникнуть недопустимо высокие температуры внутри или на поверхности источника тепла, а также в системе распределения воздуха. В этой связи нужно обратить особое внимание на поверхности примыкания из горючих компонентов и на строительные материалы, из которых изготовлены каналы и пути движения воздуха, а также на место расположения выпускного отверстия.

8.1.2 Воздуховоды и фасонные элементы

Воздуховоды, фасонные элементы и соединения должны быть достаточно плотными, стойкими к коррозии, с гладкой и износостойкой внутренней поверхностью. Они должны быть статически закреплены при помощи держателей из негорючих материалов, и защищены от смещения. Недопустимо использование клейких лент и термоусадочных муфт для стыкового соединения воздуховодов и фасонных элементов.

Заклёпки и саморезы не должны препятствовать очистке воздуховодов и фасонных элементов. Очистка воздуховодов должна быть возможной.

Воздуховоды приточного и циркуляционного воздуха могут быть выполнены как в виде отдельной линии, так и в виде сборного коллектора. Если несколько помещений будут обслуживаться посредством одного воздуховода (приток или вытяжка), и при этом решётки для прохода воздуха располагаются друг напротив друга на одинаковой высоте, необходимо выполнить разделяющие перегородки, чтобы исключить ничем не закрытый просвет в другое помещение, и свести к минимуму пропуск нежелательных потоков; при необходимости требуется звукоизоляция из изоляционных материалов согласно разделу 3.7.

Воздуховоды приточного воздуха из листовой стали из-за нежелательной потери тепла необходимо изолировать теплоизоляционным материалом класса А 2 по DIN 4102 толщиной 20 мм и теплопроводностью $\lambda_D = 0,040$ Вт/м.

Теплоотдача изолированного / неизолированного воздуховода приточного воздуха может быть определена по диаграмме 19.8.10.

Изоляция должна надёжно и по всей поверхности закрывать снаружи воздуховоды и фасонные элементы. Крепление изоляции нужно выполнить из негорючих крепёжных материалов.

8.1.3 Воздушные клапаны

Запорные и регулировочные клапаны не должны самопроизвольно изменять своё положение и в открытом положении должны создавать поступающему воздуху как можно меньшее сопротивление. Клапаны должны быть просты в обслуживании и плотно закрываться. Ручка должна показывать положение клапана и принадлежность к соответствующему воздуховоду, и при необходимости описана в инструкции по использованию.

8.1.4 Отверстия для воздуха, решётки для воздуха

Размеры отверстий для воздуха и воздушных решёток нужно определять по разделу 7.2.3.2. Решётки отверстий для воздуха на воздуховодах нужно устанавливать при помощи присоединительных коробов или переходных элементов и закреплять рамкой.

8.2 Расчёт

8.2.1 Основные положения

Расчёт центрального воздушного отопления с естественной циркуляцией воздуха включает в себя определение размеров теплоаккумулирующей камеры, необходимых поперечных сечений приточного и циркуляционного воздуха, необходимых поперечных сечений приточного воздуха, которые не уплотняются, а также расчёт подъёмных сил, размеров и длин воздуховодов приточного и обратного воздуха.

Должны быть определены теплотехнические характеристики и данные по мощности.

8.2.2 Расчёт конвекционной камеры

При расчёте расстояний внутри теплоаккумулирующей камеры необходимо принимать во внимание заданные теплотехнические характеристики печной топki согласно разделу 7.2.3.4.

Распределение воздушных потоков начинается с перекрытия теплоаккумулирующей камеры или промежуточного перекрытия.

8.2.3 Расчёт распределения воздуха

Последующий порядок расчёта основан на том, что все отверстия приточного воздуха подключены к воздуховодам в теплоаккумулирующей камере. В стенках теплоаккумулирующей камеры нет отверстий приточного воздуха.

8.2.3.1 Поперечные сечения воздушных каналов

Поперечные сечения воздуховодов в такой конструкции могут быть рассчитаны при помощи таблицы 19.10.1; необходимо принять во внимание тепловые потери и изолировать воздуховод.

Основные величины, положенные в основу таблицы

$$\vartheta_{ZUL} = 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\vartheta_{UML} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta\vartheta_{UML/ZUL} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Расчёт длины воздуховода и изменение направления отличающихся конструкций могут быть рассчитаны при помощи нижеследующих формул и диаграмм.

Основная формула:

$$\Delta p = (R \cdot l) + Z \quad \text{[уравнение 8.1]}$$

где:

$$R \cdot l = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \quad \text{[уравнение 8.2]}$$

$$Z = \sum \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \quad \text{[уравнение 8.3]}$$

из этого следует:

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 + \sum \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \quad \text{[уравнение 8.4]}$$

где:

Z:	сумма местных сопротивлений, в Па
Δp_{Ltg} :	потери напора в воздуховоде в Па
λ :	коэффициент трения
l:	длина прямого воздуховода в м
d:	диаметр воздуховода в м
ρ_{Luft} :	плотность воздуха в кг/м ³
w_{ZUL} :	скорость воздуха в м/с
$\sum \zeta$:	сумма коэффициентов местных сопротивлений для фасонных элементов
R:	потери давления на трение в трубе в Па/м

По рассчитанному объёмному расходу из диаграмм/таблиц с 19.10.2 по 19.10.5 или при необходимости по соответствующим данным производителя определяются

- диаметр воздуховода d,
- скорость потока в м/с в воздуховоде и
- потери давления на трение R.

Расчёт потерь напора производится для каждого воздуховода отдельно с помощью уравнения, приведённого выше.

Коэффициенты местных сопротивлений ζ приведены в таблице 19.10.8, коэффициенты сопротивления воздушных решёток необходимо взять по соответствующим данным производителя.

Рассчитанное для каждого воздуховода значение потери напора должно быть $\Delta P \leq P_0$ (подъёмная сила согласно таблицы 19.10.9).

8.2.3.2 Тяга, создаваемая подъёмной силой

Для определения подъёмной силы измеряется высота подъёма внутри теплоаккумулирующей камеры от нижней грани печной топки до середины решётки приточного воздуха, а для воздушное распределительной системы до перекрытия воздушной камеры.

Подъёмная сила может определяться по таблице 19.10.9.

$$P_0 = h_0 \cdot g \cdot \rho_{\text{UML}} - \rho_{\text{ZUL}} \quad [\text{уравнение 8.5}]$$

где:

P_0 :	подъёмная сила в Па
h_0 :	высота подъёма, в м
g:	9,81 м/с ² (ускорение свободного падения)
ρ_{UML} :	плотность воздуха при ϑ_{UML} в кг/м ³
ρ_{ZUL} :	плотность воздуха при ϑ_{ZUL} в кг/м ³

8.2.3.3 Сопротивление потоку

Сопротивление потоку (потери давления на трение в трубе) в воздуховодах складывается из потерь давления на трение в трубе $R \cdot l$ и суммы местных сопротивлений $\sum \zeta$.

- потери давления R можно принять по диаграммам 19.10.4 и 19.10.5,
- коэффициенты местных сопротивлений ζ по таблице 19.10.8,
- эквивалентный диаметр d^* для прямоугольных воздушных каналов по диаграмме 19.10.3

8.3 Теплотехнический расчёт

Для технической документации и проведения дальнейшего расчёта необходимы следующие теплотехнические данные

температура дымовых газов	ϑ_w	в $^{\circ}\text{C}$
требуемая тяга	P_{Ze}	в Па
массовый расход дымовых газов	\dot{m}	в г/с
необходимый объемный расход воздуха для горения	V_B	в $\text{м}^3/\text{ч}$
условная тепловая мощность	P_{LF}	в кВт

Эти данные определяются или принимаются следующим образом:

8.3.1 Температура дымовых газов

Конструкции воздушного отопления с естественной циркуляцией в зависимости от строительного типа каналов для продуктов сгорания делятся на:

8.3.1.1 Конструкции с металлическими каналами для дымовых газов

$$\vartheta_w = \vartheta_{Abg} - \Delta \vartheta_{HGR2} - \Delta \vartheta_{Verb.stück} \quad [\text{уравнение 8.6}]$$

где:

ϑ_w : температура дымовых газов на входе в вертикальную часть конструкции для удаления дымовых газов (например, в точке подключения к дымовой трубе) в $^{\circ}\text{C}$

ϑ_{Abg} температура дымовых газов согласно данным производителя на выходе из дополнительных поверхностей нагрева (или другого заданного пункта) в $^{\circ}\text{C}$

$\Delta \vartheta_{HGR2}$ разница температур, снижение температур в трубе продуктов сгорания 2 (если предусмотрена), расчётная или по диаграмме 7.1

$\Delta \vartheta_{Verb.stück}$ разница температур, снижение температуры в соединительном элементе вне источника тепла, если предусмотрено, расчётная или по диаграмме 7.2

8.3.1.2 Конструкции с керамическими каналами для дымовых газов

$$\vartheta_w = \vartheta_{HGZ} - \Delta \vartheta_{HGR2} - \Delta \vartheta_{Verb.stück} \quad [\text{уравнение 8.7}]$$

где:

ϑ_w : температура дымовых газов на входе в вертикальную часть конструкции для удаления дымовых газов (например, в точке подключения к дымовой трубе) в $^{\circ}\text{C}$

ϑ_{HGZ} расчётная температура на входе в трубу продуктов сгорания/ на входе в трубу продуктов сгорания 2: $\vartheta_{HGZ} = 180^{\circ}\text{C}$ или расчётная температура в $^{\circ}\text{C}$

$\Delta \vartheta_{HGR2}$ разница температур, снижение температур в трубе продуктов сгорания 2, расчётная или по диаграмме 7.1

$\Delta \vartheta_{Verb.stück}$ разница температур, снижение температуры в соединительном элементе вне источника тепла, если предусмотрено, расчётная или по диаграмме 7.2

8.3.2 Требуемая тяга

Для конструкций воздушного отопления с естественной циркуляцией в зависимости от используемого строительного типа каналов продуктов сгорания следует различать:

8.3.2.1 Конструкции с металлическими каналами для дымовых газов

$$P_{Ze} = P_W + P_B + P_{FV} \quad [\text{уравнение 8.8}]$$

где:

- P_{Ze} : требуемая общая тяга источника тепла, включая подвод воздуха на горение и соединительный элемент, в Па
- P_W : требуемая тяга источника тепла, данные производителя печной или каминной топки, при необходимости включая пристраиваемые компоненты (например, штуцер подачи воздуха на горение, приводные механизмы и т.д.), соответствующие величины для трубы продуктов сгорания 1, трубы продуктов сгорания 2 и металлических каналов продуктов сгорания, в Па
- P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) воздуховода для подачи воздуха на горение, или требуемое разрежение для подвода воздуха на горение. Для воздуховодов рассчитывается по разделу 5.2 или определяется по таблице 19.8. При обеспечении воздухом для горения непосредственно из помещения, в котором установлен источник тепла, значение установлено: $P_B = 4$ Па
- P_{FV} : требуемая тяга соединительного элемента вне источника тепла в Па, определённая расчётом или по диаграмме 7.5.

8.3.2.2 Конструкции с керамическими каналами для дымовых газов

$$P_{Ze} = P_{W,HE} + P_{HGR1} + P_{HGZ} + P_{HGR2} + P_{FV} + P_B \quad [\text{уравнение 8.9}]$$

где:

- P_{Ze} : требуемая общая тяга источника тепла, включая подвод воздуха на горение и соединительный элемент, в Па
- $P_{W,HE}$: требуемая тяга печной или каминной топki согласно данным производителя, для эксплуатации с керамическими поверхностями нагрева, в Па
- P_{HGR1} : требуемая тяга трубы продуктов сгорания 1, определённая расчётом или по диаграмме 7.3, в Па
- P_{HGZ} : требуемая тяга керамических поверхностей нагрева, согласно разделу 15.3.4, в Па
- P_{HGR2} : требуемая тяга для трубы продуктов сгорания 2, определённая расчётом или по диаграмме 7.4, в Па
- P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) воздуховода для подачи воздуха на горение, или требуемое разрежение для подвода воздуха на горение. Для воздуховодов рассчитывается по разделу 5.2 или определяется по таблице 19.8. При обеспечении воздухом для горения непосредственно из помещения, в котором установлен источник тепла, значение установлено: $P_B = 4$ Па
- P_{FV} : требуемая тяга соединительного элемента вне источника тепла в Па, определённая расчётом или по диаграмме 7.5.

8.3.3 Массовый поток дымовых газов

- \dot{m} : массовый поток дымовых газов в г/с, данные производителя печной или каминной топki для соответствующего строительного типа в зависимости от используемых каналов для продуктов сгорания

8.3.4 Необходимый объёмный расход воздуха для горения

Необходимый объёмный расход воздуха для горения в зависимости от соответствующего режима эксплуатации или строительного типа источника тепла должен быть представлен производителем печной или каменной топки. Если данные не представлены, расчёт может быть выполнен по:

для печных и каминных топок на твёрдом топливе:

$$\dot{V}_B = 12,5 \frac{\text{м}^3}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B \quad [\text{уравнение 8.10}]$$

Примечание : Примерно соответствует расчёту соотношение массового потока воздуха на горение к дымовым газам $\beta = 0,9$.
Если производителем не указан расход топлива (кг/ч), то приблизительно допускается принять, что объёмный расход воздуха на горение (м³/ч) в три раза больше потока дымовых газов (г/с).

где:

\dot{V}_B необходимый объёмный расход воздуха для горения в м³/ч
 \dot{m}_B часовой расход твёрдого топлива, в кг/ч

для печных топок на жидком или газообразном топливе:

$$\dot{V}_B = 1,6 \frac{\text{м}^3}{\text{кВт*ч}} \cdot Q_N \quad [\text{уравнение 8.11}]$$

где

\dot{V}_B необходимый объёмный расход воздуха для горения в м³/ч
 \dot{m}_B часовой расход твёрдого топлива, в кг/ч
 Q_N заданная номинальная тепловая мощность по данным производителя в кВт

8.3.5 Условная тепловая мощность

для печных и каминных топок на твёрдом топливе:

$$P_{LF} = 8 \frac{\text{кВт}}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B \quad [\text{уравнение 8.12}]$$

для печных топок на жидком или газообразном топливе:

$$P_{LF} = Q_N \quad [\text{уравнение 8.13}]$$

где:

P_{LF} условная тепловая мощность в кВт
 \dot{m}_B часовой расход твёрдого топлива в кг/ч
 Q_N номинальная тепловая мощность по данным производителя, в кВт

9. Источники тепла для отопления двух этажей

Для расчёта и конструирования источников тепла для отопления двух этажей действуют общие технические условия разделов

3. Материалы, строительные материалы и строительные компоненты
4. Конструкция, основные положения, общие требования
5. Подача воздуха для горения и
6. Огне- и теплозащита

9.1 Основополагающие требования

9.1.1 Основные положения

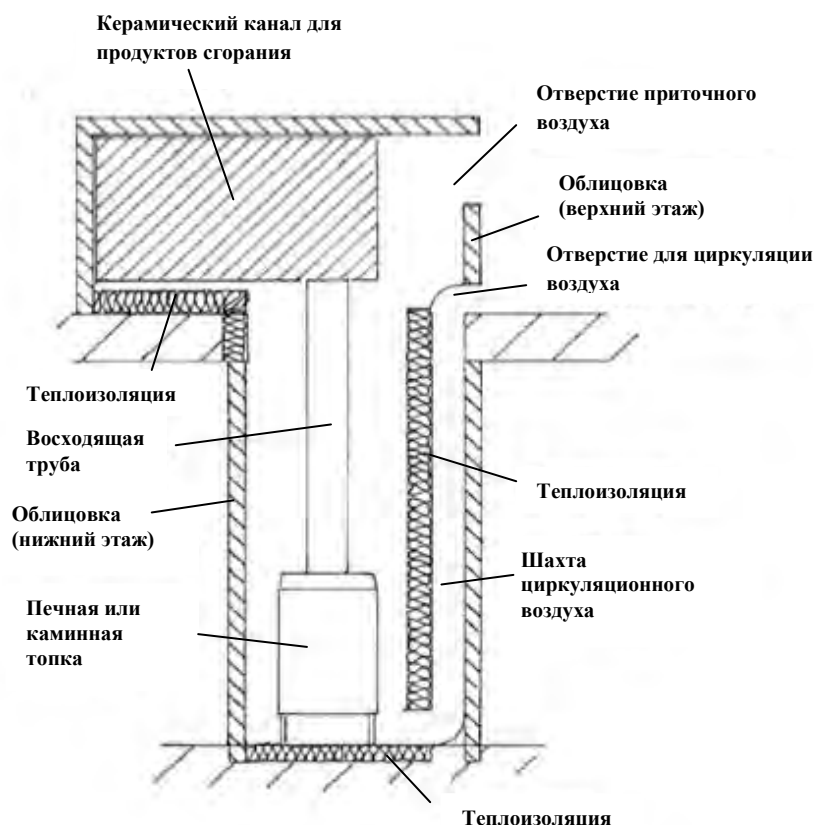
Источник тепла для отопления двух этажей – это конвекционная печь.

Такой источник тепла имеет печную или каминную топку для работы на твёрдом топливе. Он должен быть пригодным по данным производителя для подобного использования с высокой температурой дымовых газов, высоким расходом топлива, высокой подачей воздуха на горение, высокой нагрузкой на перекрытие со стороны купола дымовых газов и т.д.

Производителем печной или каминной топки должны быть заданы теплотехнические характеристики для подобной цели использования.

Печная или каминная топка должна быть соединена при помощи трубы продуктов сгорания 1 и керамических каналов продуктов сгорания с вышележащим этажом. Печная или каминная топка, труба продуктов сгорания 1, керамические каналы продуктов сгорания и труба продуктов сгорания 2 являются составными частями источника тепла. Источник тепла заканчивается на выходе из трубы продуктов сгорания 2. Источник тепла должен быть соединён с дымовой трубой кратчайшим путём.

Рисунок 9.1: Базовая конструкция источника тепла для отопления двух этажей и сквозной теплоаккумулирующей камерой



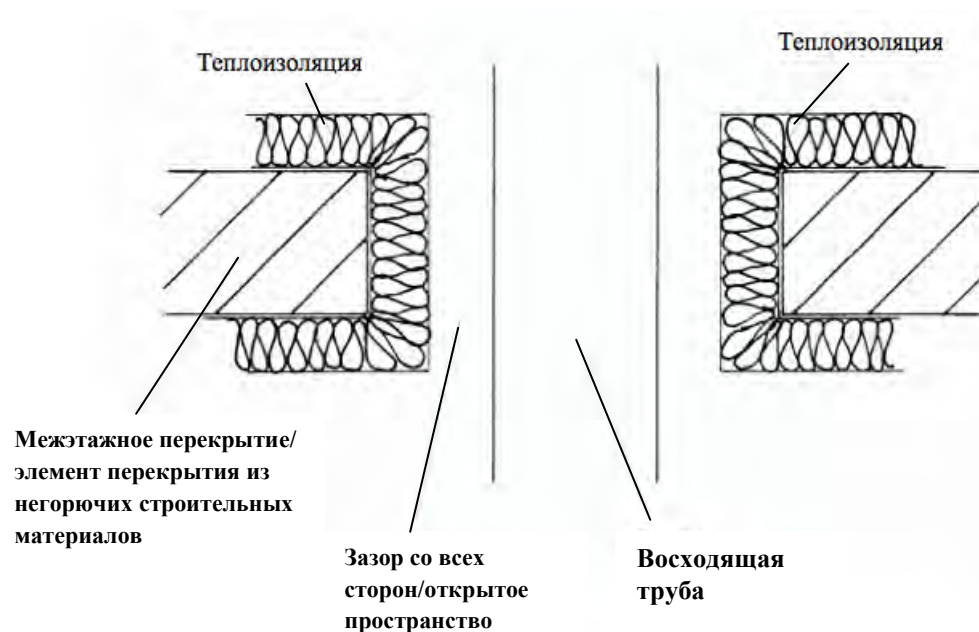
Особые требования к источникам тепла для отопления двух этажей, отличающиеся от обычных требований по установке, основаны на высоких температурах продуктов сгорания в трубе продуктов сгорания 1 и пересечением конструкцией перекрытия.

При необходимости дополнительные слои теплоизоляции или слои перекрытия должны обеспечивать, чтобы температура внешней поверхности теплоаккумулирующей камеры не превышала 85 °С.

9.1.2 Проход через перекрытие

Пересечение перекрытия здания должно быть выполнено таким образом, чтобы возникающие температуры не оказывали отрицательного влияния на статические характеристики перекрытия, и была бы обеспечена противопожарная защита. Недопустимо пересекать перекрытия здания, граничащие с пожарными отсеками, для которых на этом основании установлены требования по продолжительности противостояния огню. В любом случае в области пересечения перекрытия действует требование по минимальной защите, соответствующее требованиям, предъявляемым к стене примыкания конвекционной печи (раздел 6.2 или 6.3).

Рисунок 9.2: Проход через перекрытие

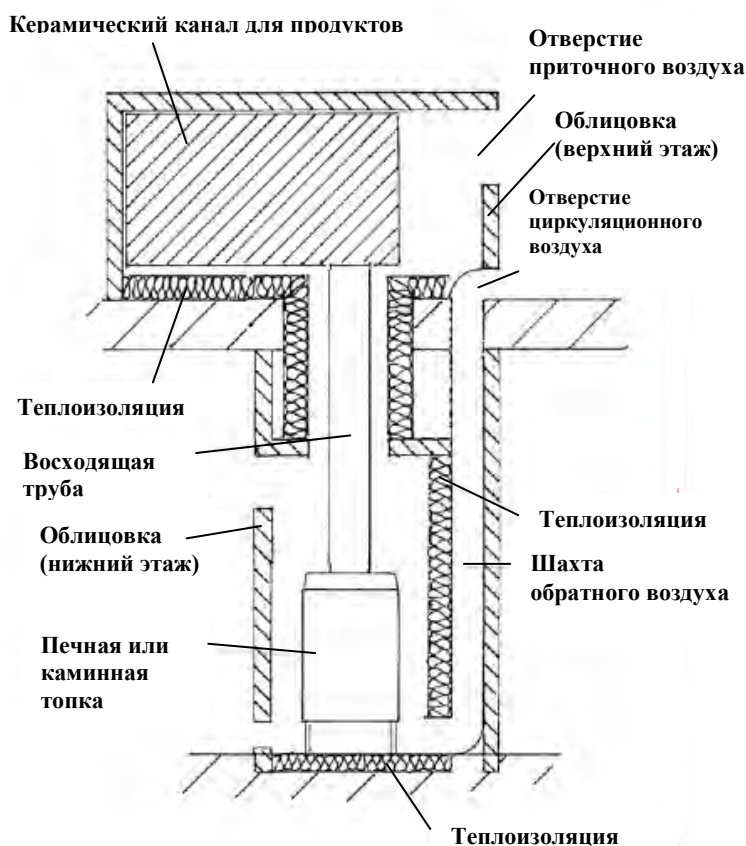


Перекрытие здания должно состоять из негорючих строительных материалов по всей поверхности источника тепла как снизу, так и сверху.

9.1.3 Теплоаккумулирующая камера

Отверстия для осмотра и очистки теплоаккумулирующей или конвекционной камеры, а также труб продуктов сгорания и подвода воздуха должны быть в достаточном количестве встроены в верхней и нижней частях источника тепла и иметь требуемые размеры.

Рисунок 9.3: Базовая конструкция источника тепла для отопления двух этажей с перекрытием теплоаккумулирующей камеры на первом этаже (раздельные теплоаккумулирующие камеры)



Печные или каминные топки должны быть пригодными для демонтажа. Они должны быть установлены на опорные конструкции или ножки на расстоянии не менее 15 см от пола. Опорные конструкции или ножки должны быть пригодными для больших нагрузок (топка и восходящая труба).

В зависимости от расположения перекрытия теплоаккумулирующей камеры различают следующие варианты конструкции:

Вариант 1: Перекрытие теплоаккумулирующей камеры находится в верхней части источника тепла.

Общая теплоаккумулирующая камера проходит через перекрытие здания, на нижнем этаже или в нижней части источника тепла нет отверстий приточного (нагретого) воздуха. Отверстия расположены в верхней части.

Вариант 2 Перекрытие теплоаккумулирующей камеры находится над печной топкой в нижней части источника тепла.

На нижнем этаже или в нижнюю часть источника тепла встроены отверстия приточного (нагретого) воздуха. Свободное поперечное сечение прохода через перекрытие можно уменьшить на величину требуемого воздушного потока вокруг трубы продуктов сгорания 1, включая часть приточного воздуха для верхней части источника тепла.

Если свободное поперечное сечение отверстия прохода через перекрытие уменьшается на величину свободного поперечного сечения нижних отверстий приточного воздуха, то недопустимо закрывать нижние отверстия.

9.1.4 Каналы для движения продуктов сгорания

Каналы продуктов сгорания должны быть выполнены из керамических строительных материалов. Конструкция этих керамических каналов должна выполняться по данным производителя печной или каминной топки. Если соответствующие технические данные конструкции не предоставлены, тогда размеры и конструкция керамических каналов продуктов сгорания должны быть определены с учётом технических характеристик от производителя печной или каминной топки по настоящим Техническим Правилам (раздел 15).

9.1.5 Труба для движения продуктов сгорания 1(восходящая труба)

Труба продуктов сгорания 1 (восходящая труба) должна пересекать перекрытие здания так, чтобы не затруднять свободное движение воздушного потока. Она должна просматриваться по всей длине, и быть пригодной для замены. Вследствие большой длины трубы продуктов сгорания 1 (восходящей трубы) должны быть предусмотрены возможности выравнивания теплового удлинения, возникающего вследствие высоких температур.

Необходимо позаботиться о правильном хранении соединительных элементов, чтобы места соединений не могли разъединиться под воздействием перепада температур.

Трубы для продуктов сгорания с толщиной стенки менее 2 мм не подходят для использования их в качестве труб продуктов сгорания 1 (в качестве восходящей трубы). Труба продуктов сгорания 1 (восходящая труба) должна выдерживать температурную нагрузку не менее 1100 °С.

Недопустимо покрывать изоляцией трубу продуктов сгорания 1 (восходящую трубу), она должна омываться воздухом со всех сторон, по всей длине, за исключением имеющихся точек крепления. Необходимо исключить быстрое и неконтролируемое возникновение усталости материала под действием высоких температур продуктов сгорания.

Соединение трубы продуктов сгорания 1 (восходящей трубы) с керамическими каналами продуктов сгорания должно быть выполнено только при помощи подходящих соединительных элементов.

Необходимо обратить особое внимание на дополнительное до 40 мм линейное удлинение трубы продуктов сгорания 1 (восходящей трубы), возникающее в кафельных печах для отопления двух этажей вследствие особенно высоких температур.

9.1.6 Подвод воздуха

Циркуляционные воздухопроводы (воздуховоды обратного воздуха) размером общего поперечного сечения должны быть подведены ниже уровня пола печной или каминной топки.

Воздуховоды приточного воздуха начинаются от нижней грани перекрытия теплоаккумулирующей камеры или предусмотренного промежуточного перекрытия.

Для определения размеров поперечных сечений приточного и циркуляционного воздуха действуют технические условия раздела 7.2.3.2. Общее свободное поперечное сечение для движения воздушного потока вокруг трубы продуктов сгорания 1 (восходящей трубы) в отверстии перекрытия должно быть постоянно открытым. Как минимум 25% от общего требуемого поперечного сечения приточного воздуха не должно перекрываться.

9.2 Расчёт

9.2.1 Основные положения

Расчёт источника тепла для отопления двух этажей включает определение размеров теплоаккумулирующей камеры, необходимых поперечных сечений циркуляционного и приточного воздуха, необходимого постоянно открытого поперечного сечения приточного воздуха, а также расчёт аэродинамических подъёмных сил, размеров и длины воздухопроводов приточного и обратного воздуха.

Дополнительно должно быть определено поперечное сечение отверстия в перекрытии, и рассчитан требуемый воздушный поток вокруг трубы продуктов сгорания 1 (восходящей трубы).

Если технические данные по определению размеров и конструкции керамических каналов продуктов сгорания не предоставлены, тогда этот расчёт является составной частью расчёта источника тепла для отопления двух этажей. Он включает определение минимальной и максимальной длины каналов, среднего поперечного сечения, а также при уменьшающемся поперечном сечении каналов расчёт первого и последнего метра канала.

Кроме того, должны быть определены теплотехнические характеристики и данные по мощности.

9.2.2 Расчёт теплоаккумулирующей камеры

Расчёт расстояний в теплоаккумулирующей камере должен быть выполнен по разделам 7.2.3.4 или 7.2.3.5 с учётом заданных теплотехнических характеристик для этого типа источника тепла.

9.2.3 Расчёт распределения воздуха

Расчёт распределения воздуха должен быть проведён по разделу 8.2.3 с учётом заданных теплотехнических характеристик печной топки для этого типа источника тепла.

9.2.4 Расчёт керамических каналов для движения дымовых газов

Керамические каналы продуктов сгорания должны быть рассчитаны по разделу 15 с учётом заданных теплотехнических характеристик печных или каминных топок для этого типа источника тепла.

Средняя температура дымовых газов на входе в дымовую трубу для источников тепла для отопления двух этажей не должна превышать 180 °С.

9.3 Теплотехнический расчёт

Указанные теплотехнические характеристики необходимы для технической документации и дальнейших расчётов

температура дымовых газов	ϑ_w	в С ⁰
требуемая тяга	P_{Ze}	в Па
массовый расход дымовых газов	\dot{m}	в г/с
необходимый объемный расход воздуха для горения	V_B	в м ³ /ч
Условная тепловая мощность	P_{LF}	в кВт

Эти данные определяются или принимаются следующим образом:

9.3.1 Температура дымовых газов

$$\vartheta_w = \vartheta_{HGZ} - \Delta \vartheta_{HGR2} - \Delta \vartheta_{Verb.stück} \quad \text{[уравнение 9.1]}$$

где:

ϑ_w : температура дымовых газов на входе в вертикальную часть конструкции для удаления дымовых газов (например, в точке подключения к дымовой трубе) в °С

ϑ_{HGZ} :	расчётная температура в конце каналов продуктов сгорания/ на входе в трубу продуктов сгорания 2: $\vartheta_{HGZ} = 180^{\circ}\text{C}$ или расчётная температура в $^{\circ}\text{C}$
$\Delta \vartheta_{HGR2}$	разница температур, снижение температур в трубе продуктов сгорания 2, расчётная или по диаграмме 7.1
$\Delta \vartheta_{Verb.stück}$	разница температур, снижение температуры в соединительном элементе вне источника тепла (если предусмотрен), расчётная или по диаграмме 7.2

9.3.2 Требуемая тяга

$$P_{Ze} = P_{W,HE} + P_{HGR1} + P_{HGZ} + P_{HGR2} + P_{FV} + P_B$$

где:

P_{Ze} :	требуемая общая тяга источника тепла, включая подвод воздуха на горение и соединительный элемент, в Па
$P_{W,HE}$:	требуемая тяга источника тепла, согласно данным производителя печной или каминной топки, при эксплуатации в источнике тепла для отопления двух этажей
P_{HGR1} :	требуемая тяга (или усиление тяги) для трубы продуктов сгорания 1, расчётная или по диаграмме 7.3
P_{HGZ} :	требуемая тяга керамических каналов продуктов сгорания, расчётная или по диаграмме 15.3.4
P_{HGR2} :	требуемая тяга (или усиление тяги) для трубы продуктов сгорания 2, расчётная или по диаграмме 7.4
P_B :	требуемое давление (сопротивление потоку) воздуховода для подачи воздуха на горение, или требуемое разрежение для подвода воздуха на горение. Для воздухопроводов рассчитывается по разделу 5.2 или определяется по таблице 19.8 При обеспечении воздухом для горения непосредственно из помещения, в котором установлен источник тепла, значение установлено: $P_B = 4$ Па
P_{FV} :	требуемая тяга соединительного элемента вне источника тепла в Па, определённая расчётом или по диаграмме 7.5.

9.3.3 Массовый поток дымовых газов

\dot{m} :	массовый поток дымовых газов в г/с, данные производителя печной или каминной топки для соответствующего использования в источниках тепла для отопления двух этажей
-------------	--

9.3.4 Необходимый объёмный расход воздуха для горения

Необходимый объёмный расход воздуха для горения в зависимости от соответствующего режима эксплуатации или строительного типа источника тепла должен быть представлен производителем печной или каменной топки. Если данные не представлены, расчёт может быть выполнен по:

$$\dot{V}_B = 12,5 \frac{\text{м}^3}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B \quad [\text{уравнение 9.3}]$$

Примечание: Примерно соответствует расчёту соотношение массового потока воздуха на горение к дымовым газам $\beta = 0,9$.
Если производителем не указан расход топлива (кг/ч), то приблизительно допускается принять, что объёмный расход воздуха на горение ($\text{м}^3/\text{ч}$) в три раза больше потока дымовых газов (г/с).

где:

\dot{V}_B необходимый объёмный расход воздуха для горения в м³/ч
 \dot{m}_B расход твёрдого топлива в кг/ч

9.3.5 Условная тепловая мощность

$$P_{LF} = 8 \frac{\text{кВт}}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B \quad \text{[уравнение 9.4]}$$

где:

P_{LF} условная тепловая мощность в кВт
 \dot{m}_B расход твёрдого топлива в кг/ч

10 Отопление нагретыми поверхностями

Для расчёта и конструирования поверхностного отопления действуют общие технические условия разделов

3. Материалы, строительные материалы и строительные компоненты
4. Конструкция, основные положения, общие требования
5. Подача воздуха для горения и
6. Огне- и теплозащита

10.1 Основополагающие требования

10.1.1 Классификация

Отопление нагретыми поверхностями в зависимости от вида источника тепла делят на:

Отопление нагретыми поверхностями с тёплой водой в качестве теплоносителя	Вода подогревается в обычном независимом теплообменнике (например, в основном отопительном котле, от теплоцентрали или др.). Распределение тепла происходит посредством системы трубопроводов (например, тёплые стены, тёплый пол).
Подогрев поверхности электрическим током	Поверхность нагревается благодаря отопительным матам, отопительным разводкам или др., нагреваемым электрическим током.
Гипокауст	Закрытая система подогрева воздуха с печной или каминной топкой, работающей на твёрдом топливе, с установленными внутри каналами продуктов сгорания. Благодаря циркуляции тёплого воздуха в закрытом пространстве высвобождающееся тепло от топки и поверхностей нагрева переносится по шахте и пространству для движения воздуха, транспортируется на внешние поверхности и передаётся через них в окружающее пространство.
Отопление нагретыми поверхностями трубами с тёплой водой	Определение размеров и конструкция должны быть выполнены по техническим условиям производителя системы трубопроводов.
Подогрев поверхности электрическим током	Определение размеров и конструкция должны быть выполнены по техническим условиям производителя отопительной системы.

10.1.2 Гипокауст, основные положения

10.1.2.1 Используемые печные или каминные топки

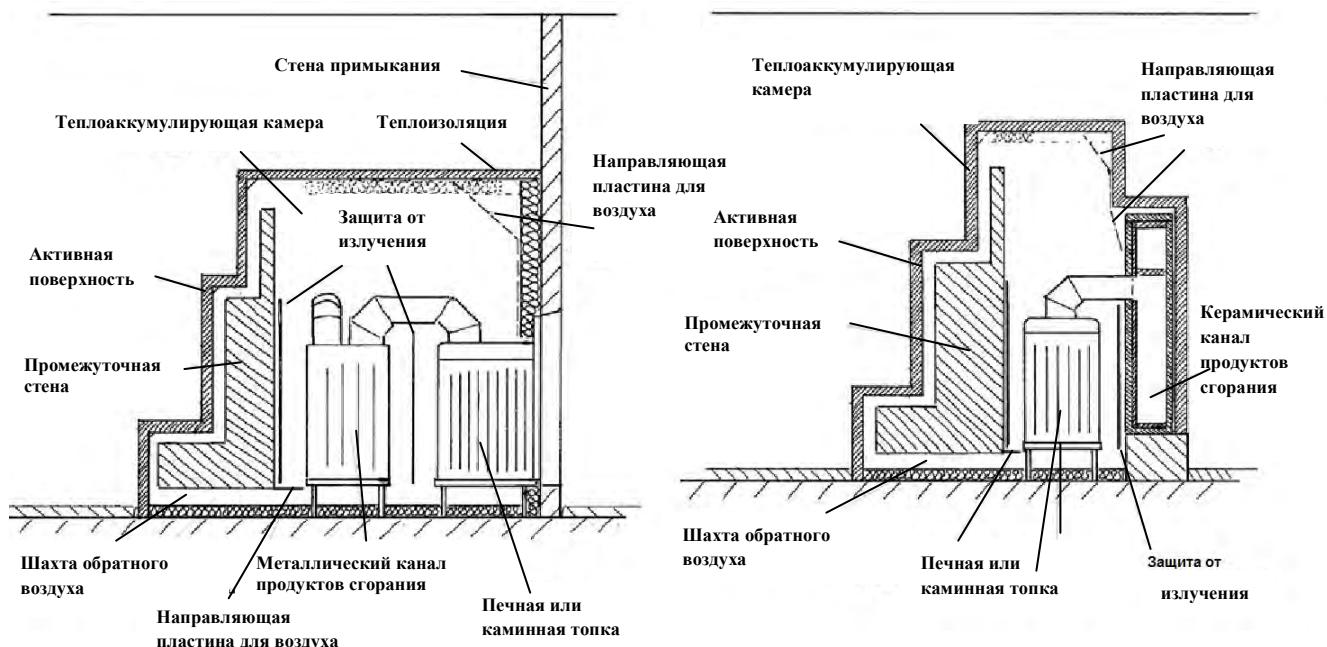
Допускается устанавливать в гипокаусте печные или каминные топки, которые подходят для целей использования в этой конструкции и имеют подтверждение от производителя.

Допустимо, если номинальная мощность печной/каминной топки не более чем в два раза превышает мощность активной внешней поверхности гипокауста.

10.1.2.2 Теплоаккумулирующая камера и распределение воздуха

Чтобы как можно большая часть излучаемого тепла могла быть передана воздушным потокам, необходимо установить защиту от излучения. Расстояние между печной или каминной топкой и защитой от излучения должно быть выполнено по данным производителя.

Рисунок 10.1: Конструкция гипocaustа



Расстояние между металлической конвективной поверхностью нагрева и защитой от излучения в гипocaustе равно расстоянию от печной или каминной топки до стен теплоаккумулирующей камеры.

Определение расстояния до промежуточной стены зависит от тепловой мощности, отопительной мощности, а также от длины воздушного тракта системы.

Каналы приточного и обратного воздуха в системах с естественной циркуляцией должны быть расположены на различной высоте друг относительно друга, но при этом иметь одинаковые характеристики по длине и сопротивлению.

Каналы приточного и обратного воздуха с несколькими воздуховодами должны быть выполнены отдельно.

В горизонтальном разрезе системы движения воздуха не требуется наличие восходящих и нисходящих каналов приточного и обратного воздуха, так как это лишь незначительно улучшает соотношение потоков. Каналы приточного воздуха недопустимо, даже на отдельных участках, выполнять нисходящими, а каналы обратного воздуха соответственно восходящими.

Каналы обратного воздуха должны быть выполнены так, чтобы они заканчивались на уровне дна топочной камеры.

10.1.2.3 Внешняя поверхность гипocaustа

Расчёт параметров внешней поверхности, отдающей тепло, должен гарантировать, что воздух, циркулирующий внутри системы, может отдать достаточно тепловой энергии этой поверхности, чтобы сделать возможной эффективную эксплуатацию и избежать перегрева системы.

10.2 Расчёт

10.2.1 Основные положения

Расчёт отопления нагретыми поверхностями в зависимости от конструкции (отопление поверхности горячей водой) осуществляется по данным производителя, и включает в себя определение размеров системы трубопроводов при гидравлическом слиянии и разделении потоков.

При использовании гипокауста расчёт включает в себя определение размеров теплоаккумулирующей камеры, требуемого поперечного сечения для движения воздуха, размеров воздушной шахты и воздухопроводов, а также аэродинамический расчёт, и при необходимости расчёт и конструкцию с размерами и длиной в случае непрямого нагрева воздуха.

При использовании керамических каналов продуктов сгорания и отсутствии технических данных по размерам и типу конструкции, необходимо провести их расчёт как составной части конструкции гипокауста. Этот расчёт каналов должен включать определение максимальной и минимальной длины каналов, среднего поперечного сечения, а в случае каналов уменьшающегося сечения также расчёт первого и последнего каналов.

Кроме того, должны быть определены теплотехнические характеристики и данные по мощности.

10.2.2 Расчёт теплоаккумулирующей камеры

Расчёт расстояний в теплоаккумулирующей камере должен быть выполнен по разделам 7.2.3.4 или 7.2.3.5 с учётом типом источника тепла и заданных производителем печной или каминной топки теплотехнических характеристик.

Определённое таким образом расстояние внутри теплоаккумулирующей камеры от печной или каминной топki до защиты от излучения должно быть выдержано со всех сторон вокруг металлической конвективной поверхности нагрева.

Необходимое расстояние между защитой от излучения и теплоизоляцией теплоаккумулирующей камеры должно составлять минимум 80 мм.

Верхнее завершение конвекционной или теплоаккумулирующей камеры является самой высокой областью всей конструкции. Отсюда распределяются каналы приточного воздуха.

10.2.3 Расчет воздушных каналов

Определение минимально необходимой внешней активной поверхности гипокауста в зависимости от требуемой тепловой мощности и используемых строительных материалов внешней/греющей поверхности необходимо выполнять по разделу 10.2.4.1 и диаграмме 19.11.2.

10.2.4 Тепловая мощность поверхности нагрева

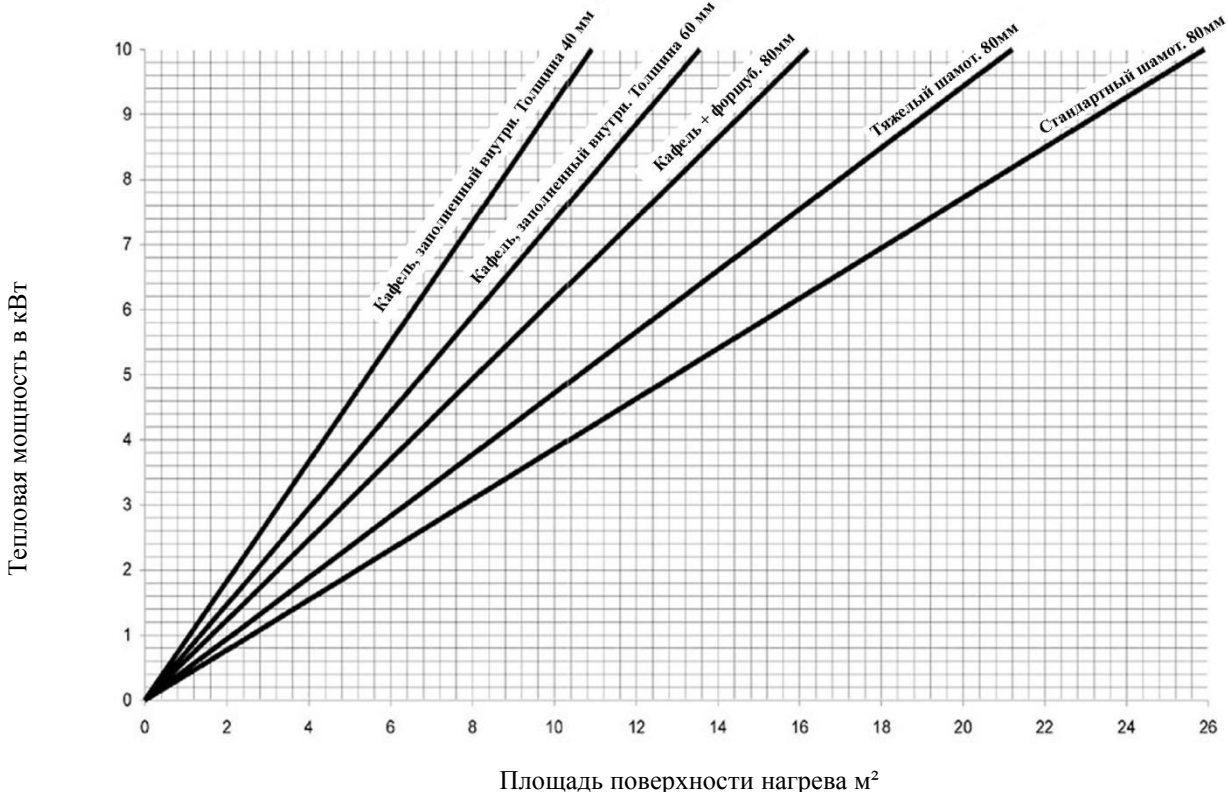
10.2.4.1 Общая мощность источника тепла.

Действительную тепловую мощность нужно определять в зависимости от активной внешней поверхности.

Удельная тепловая мощность $q_{HF, spez}$ в зависимости от используемого строительного материала греющей поверхности может быть взята по диаграмме 10.1.

Диаграмма 10.1: Мощность отопления нагретыми поверхностями

Минимальные размеры поверхности нагрева



Удельные показатели других материалов должны быть представлены производителем. Действительная мощность общей поверхности нагрева должна рассчитываться исходя из:

$$Q_N = q_{HF, spez.} \cdot A_{HF} \quad \text{[уравнение. 10.1]}$$

где:

Q_N : общая мощность активной внешней поверхности в кВт

$q_{HF, spez.}$: удельная мощность поверхности нагрева по данным производителя в кВт/м²

A_{HF} : активная внешняя поверхность в м²

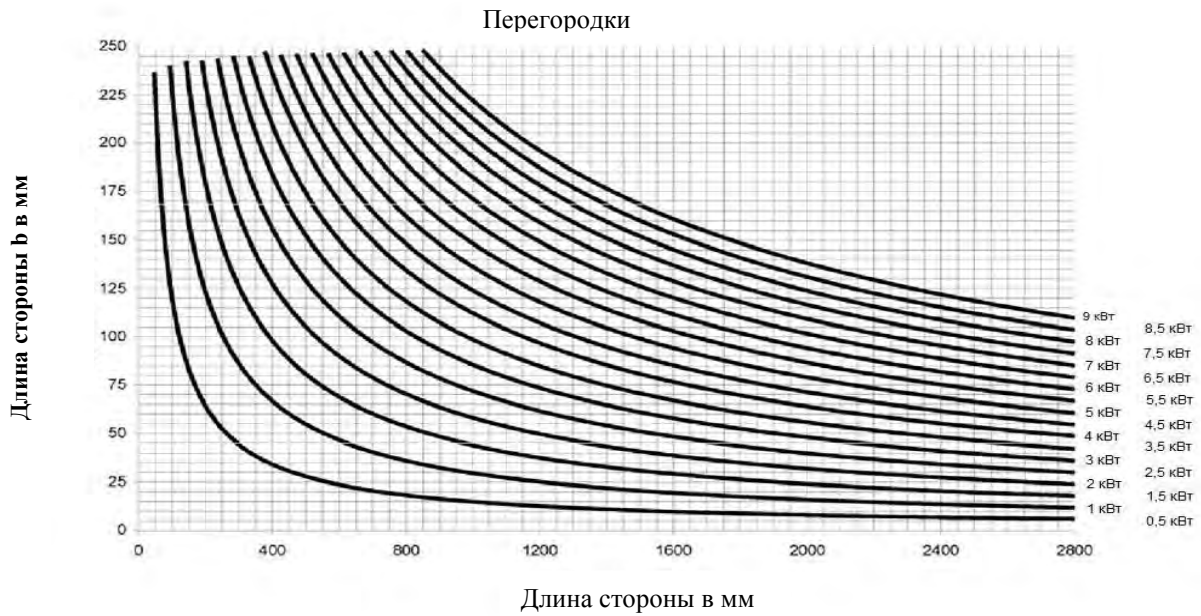
10.2.4.2 Мощность поверхностей нагрева на различных участках

Деление поверхности нагрева на участках с отдельными воздушными каналами

После разделения поверхностей нагрева на важные с технической точки зрения участки должна быть определена соответствующая мощность (смотри раздел 10.2.4.2)

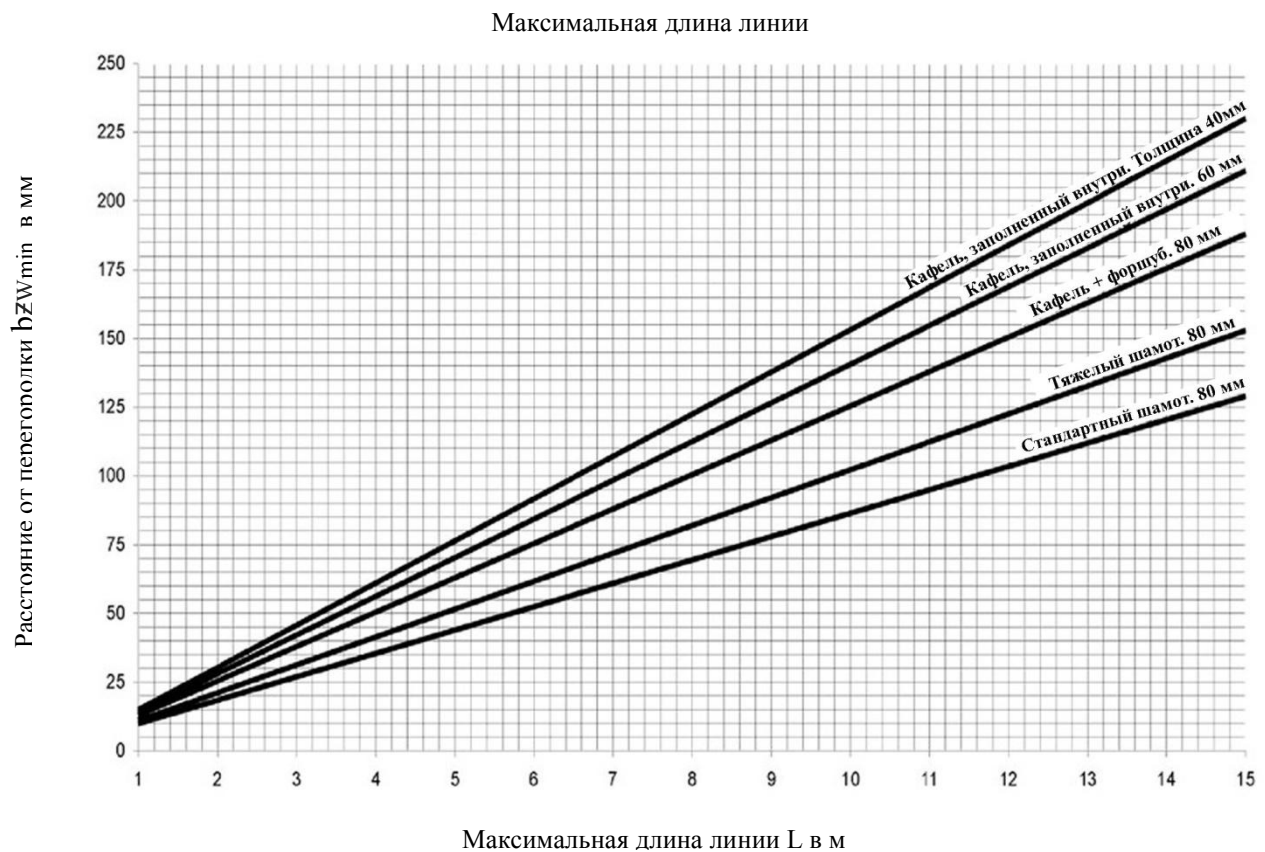
Эти отдельные участки должны идентифицироваться с воздуховодами. Расчёт размеров промежуточных перегородок должен выполняться по диаграмме 10.2 и строительным данным.

Диаграмма 10.2: Определение размеров промежуточных перегородок / теплоаккумулирующих шахт



В зависимости от полученного минимального расстояния b_{ZWmin} от промежуточной перегородки до внешней поверхности должна быть определена максимальная длина линии по диаграмме 10.3

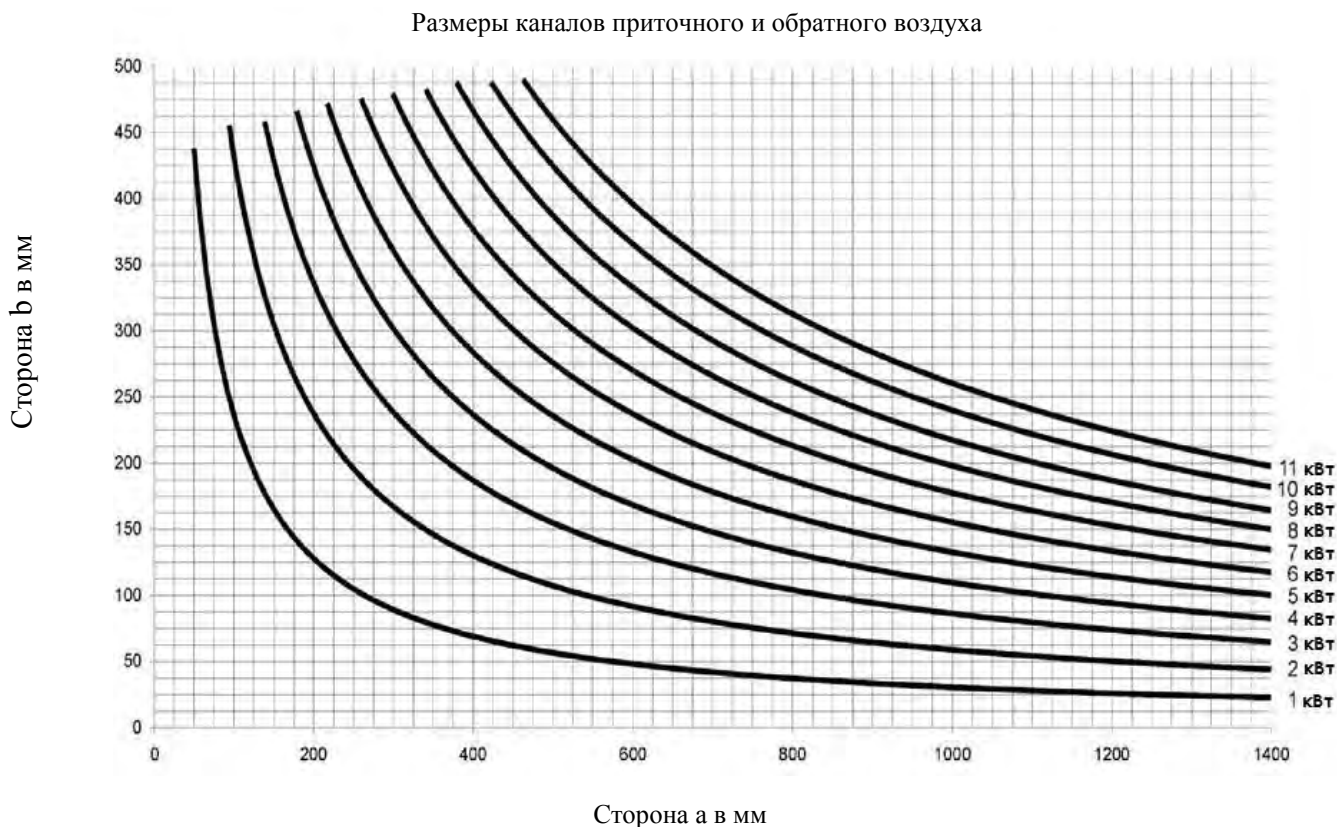
Диаграмма 10.3: Максимальная длина линии



Оптимальный режим достигнут тогда, когда посредством нескольких отдельных воздуховодов достигается необходимая тепловая мощность при минимальном расстоянии от промежуточной перегородки.

Размер каналов приточного и обратного воздуха, необходимых для распределения воздушных потоков по направлению к поверхности нагрева, должны быть определены по диаграмме 10.4 в зависимости от требуемой мощности в конкретном участке поверхности нагрева.

Диаграмма 10.4: Определение размеров каналов приточного и обратного воздуха



10.2.5 Расчёт керамических каналов дымовых газов

Керамические каналы продуктов сгорания рассчитывают по разделу 15, принимая во внимание тип источника тепла и заданные теплотехнические характеристики печной или каминной топки.

10.3 Теплотехнический расчёт

Для технической документации и дальнейших расчётов необходимы следующие теплотехнические характеристики

температура дымовых газов	ϑ_w	в °С
требуемая тяга	P_{ze}	в Па
массовый расход дымовых газов	\dot{m}	в г/с
необходимый объёмный расход воздуха для горения	V_B	в м ³ /ч
условная тепловая мощность	P_{LF}	в кВт

Эти данные определяются или принимаются следующим образом:

10.3.1 Температура дымовых газов

Для гипocausta в зависимости от строительного типа каналов продуктов сгорания различают следующие конструкции:

10.3.1.1 Конструкции с металлическими каналами для дымовых газов

$$\vartheta_W = \vartheta_{Abg} - \Delta \vartheta_{HGR2} - \Delta \vartheta_{Verb.stück} \quad [\text{уравнение 10.2}]$$

где:

- ϑ_W : температура дымовых газов на входе в вертикальную часть конструкции для удаления дымовых газов (например, в точке подключения к дымовой трубе) в °C
- ϑ_{Abg} : температура дымовых газов на выходе из поверхностей нагрева (или другого заданного пункта) по данным производителя топки при использовании топки в конструкции гипocaustа
- $\Delta \vartheta_{HGR2}$: разница температур, снижение температуры в трубе продуктов сгорания 2 (при наличии), расчётная или по диаграмме 7.1
- $\Delta \vartheta_{Verb.stück}$: разница температур, снижение температуры в соединительном элементе (если предусмотрен), расчётная или по диаграмме 7.2

10.3.1.2 Конструкции с керамическими каналами для дымовых газов

$$\vartheta_W = \vartheta_{HGZ} - \Delta \vartheta_{HGR2} - \Delta \vartheta_{Verb.stück} \quad [\text{уравнение 10.3}]$$

- ϑ_W : температура дымовых газов на входе в вертикальную часть конструкции для удаления дымовых газов (например, в точке подключения к дымовой трубе) в °C
- ϑ_{HGZ} : расчётная температура в конце каналов продуктов сгорания/ на входе в трубу продуктов сгорания 2: $\vartheta_{HGZ} = 180^\circ\text{C}$ или расчётная температура в °C
- $\Delta \vartheta_{HGR2}$: разница температур, снижение температуры в трубе продуктов сгорания 2, расчётная или по диаграмме 7.1
- $\Delta \vartheta_{Verb.stück}$: разница температур, снижение температуры в соединительном элементе вне источника тепла (если предусмотрен), расчётная или по диаграмме 7.2

10.3.2 Требуемая тяга

Для конструкций гипocaustа в зависимости от используемого строительного типа каналов продуктов сгорания следует различать:

10.3.2.1 Конструкции с металлическими каналами для дымовых газов

$$P = P_{Ze} + P_W + P_{HGR2} + P_{FV} + P_B \quad [\text{уравнение 10.3}]$$

где:

- P_{Ze} : требуемая общая тяга источника тепла, включая подвод воздуха на горение и соединительный элемент, в Па
- P_W : требуемая тяга источника тепла, согласно данным производителя печной или каминной топки, при необходимости включая принадлежности (например, штуцер подачи воздуха на горение, механизмы управления и т.д.), соответствующие значения трубы продуктов сгорания 1 и металлических каналов продуктов сгорания
- P_{HGR2} : требуемая тяга трубы продуктов сгорания 2, расчётная или по диаграмме 7.4.
- P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) воздуховода для подачи воздуха на горение, или требуемое разрежение для подвода воздуха на горение. Для воздуховодов рассчитывается по разделу 5.2 или определяется по таблице 19.8 При обеспечении воздухом для горения непосредственно из помещения, в котором установлен источник тепла, значение установлено: $P_B = 4$ Па

P_{FV} : требуемая тяга соединительного элемента вне источника тепла в Па (если предусмотрен), расчётная или по диаграмме 7.5.

10.3.2.2 Конструкции с керамическими каналами для продуктов сгорания

$$P = P_{Ze} + P_{W,HE} + P_{HGR1} + P_{HGZ} + P_{HGR2} + P_B + P_{FV}$$

P_{Ze} : требуемая общая тяга источника тепла, включая подвод воздуха на горение и соединительный элемент, в Па

$P_{W,HE}$: требуемая тяга источника тепла, согласно данным производителя печной или каминной топки, при эксплуатации с керамическими поверхностями нагрева

P_{HGR1} : требуемая тяга трубы продуктов сгорания 1, расчётная или по диаграмме 7.3

P_{HGZ} : требуемая тяга керамических каналов продуктов сгорания, расчётная или по диаграмме 15.3.4

P_{HGR2} : требуемая тяга трубы продуктов сгорания 2, расчётная или по диаграмме 7.4

P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) воздуховода для подачи воздуха на горение, или требуемое разрежение для подвода воздуха на горение.
Для воздухопроводов рассчитывается по разделу 5.2 или определяется по таблице 19.8
При обеспечении воздухом для горения непосредственно из помещения, в котором установлен источник тепла, значение установлено: $P_B = 4$ Па

P_{FV} : требуемая тяга соединительного элемента вне источника тепла в Па (если предусмотрен), определённая расчётом или по диаграмме 7.5.

10.3.3 Массовый поток дымовых газов

\dot{m} : массовый поток дымовых газов в г/с, данные производителя печной или каминной топки для соответствующего строительного типа в зависимости от используемых каналов продуктов сгорания

10.3.4 Необходимый объёмный расход воздуха для горения

Необходимый объёмный расход воздуха для горения в зависимости от соответствующего режима эксплуатации или строительного типа источника тепла должен быть представлен производителем печной или каменной топки. Если данные не представлены, расчёт может быть выполнен по:

$$\dot{V}_B = \frac{\text{м}^3}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B \quad [\text{уравнение 10.6}]$$

Примечание: Примерно соответствует расчёту соотношение массового потока воздуха на горение к дымовым газам $\beta = 0,9$.
Если производителем не указан расход топлива (кг/ч), то приблизительно допускается принять, что объёмный расход воздуха на горение ($\text{м}^3/\text{ч}$) в три раза больше потока дымовых газов (г/с).

где:

.

\dot{V}_B : необходимый объёмный расход воздуха для горения в $\text{м}^3/\text{ч}$

\dot{m}_B : расход твёрдого топлива в кг/ч

10.3.5 Условная тепловая мощность

$$P_{LF} = 8 \frac{\text{кВт}}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B$$

[уравнение 10.7]

где:

 P_{LF} условная тепловая мощность в кВт \dot{m}_B расход твёрдого топлива в кг/ч

Глава 11 Теплоаккумулирующая печь

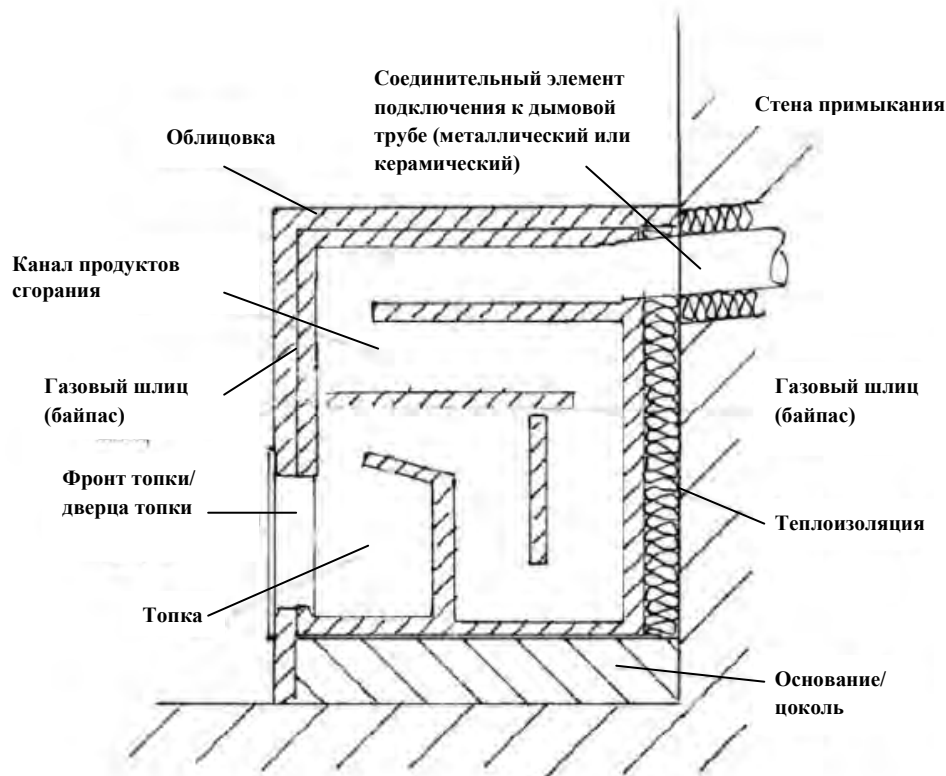
Для расчёта и разработки конструкции теплоаккумулирующей печи действуют общие технические условия разделов

3. Материалы, строительные материалы и изделия.
4. Конструкция, основные положения, общие требования
5. Подача воздуха на горение и
6. Огне- и теплозащита

11.1. Основополагающие требования

11.1.1 Основные положения

Рисунок 11.1: Принципиальная конструкция теплоаккумулирующей печи



Для того, чтобы оптимально сжигать соответствующее количество топлива с минимальным количеством эмиссии вредных веществ (как того требует раздел 11.2.4.3), необходимо, чтобы размер топки был достаточным (минимальный размер). Для того чтобы обеспечить достаточную температуру горения, недопустимо превысить соответствующий размер топочного пространства (максимальный размер).

Соответствие размеров внутренней поверхности топки и расхода топлива, является важнейшим критерием для оптимального горения.

Определение внутренних размеров топки и пола топки необходимо выполнить в соответствии с разделом 11.2.5.

При использовании топок заводской готовности конструирование топки и каналов для движения продуктов сгорания осуществляется в соответствии с рекомендациями производителя.

Теплоаккумулирующие печи могут быть свободно стоящими, пристраиваться непосредственно к стене, располагаться так, чтобы между стеной здания и стенкой печи была воздушная шахта. Если расстояние от облицовки печи до стены составляет минимум 10 см, эта активная часть внешней поверхности печи рассчитывается как часть поверхности нагрева.

Если это пространство (между обращённой к стене здания поверхностью печи и стеной) будет использоваться в качестве воздушной шахты и облицовка печи продолжается до стены, закрывая шахту с двух сторон, в шахту должен обеспечиваться достаточный приток воздуха.

Стена печи, пристраиваемая к стене здания, может быть выполнена из печного кафеля, состоять из нескольких слоёв керамики, быть чугунной толщиной минимум 4 мм, выполненной из листовой стали толщиной не менее 2 мм. Каждый из вариантов топки из металла должен иметь защитный слой из шамота (форшуб) толщиной не менее 4 см.

11.1.2 Выполнение индивидуальной топки

В основном действуют заданные величины (раздел 4.9).

Принципиально топка конструируется так, чтобы тепло, образующееся в процессе горения, наилучшим образом передавалось на внешнюю поверхность печи.

Если в подключаемых к топке каналах для движения продуктов сгорания должны использоваться газы с высокой температурой, топка может располагаться внутри теплоаккумулирующей печи, без прямой передачи тепла на поверхность внешней оболочки. В этом случае топка разрабатывается так, что она либо примыкает к внешней поверхности печи с толстыми отделочными материалами, либо изолируется теплоизоляционными материалами, либо дополнительно защищается стенка топки, к которой примыкает канал, расположенный между стенкой топки и внешней поверхностью печи. В этом случае толщина стенки печи не рассчитывается по таблице 11.2.

Топка должна состоять из нескольких слоёв.

Расширение внутренней оболочки топки не должно наносить ущерба внешней оболочке. Слои могут быть либо свободно стоящими, либо соединёнными друг с другом. Прочность сцепления массы, которой внешняя оболочка крепится к внутренней, не должна быть выше, чем прочность на разрыв используемого шамота.

От этого правила можно отступить, если производитель шамотных камней допускает другие конструкции.

11.1.3 Каналы для движения продуктов сгорания

Каналы для движения продуктов сгорания конструируются многослойными.

Сечение канала и его длина рассчитывают с учётом следующих параметров:

- массовый поток (расход) дымовых газов,
- тяга дымовой трубы,
- требуемое количество тепла от дымовых каналов
- отсутствие конденсата в устье дымовой трубы.

Каналы для движения продуктов сгорания конструируются таким образом, чтобы тепло от нагретых каналов наиболее благоприятным образом и без потерь переносилось на внешнюю поверхность печи. Каналы могут быть нисходящими, восходящими или горизонтальными.

Конструкции теплоаккумулирующих печей тяжелого и среднетяжёлого строительного типа должны иметь длинные каналы, в лёгких теплоаккумулирующих печах должны предусматриваться короткие каналы или отражательные плиты.

Необходимо обращать внимание на создание максимально эффективной аэродинамической конструкции каналов продуктов сгорания. Внутренние поверхности каналов должны быть гладкими и износостойкими. При выполнении поворотов должны выбираться наиболее благоприятные с точки зрения аэродинамики решения (например, округлённые или скошенные углы поворота).

Расчёт размеров вести в соответствии с разделом 15.

Каналы должны иметь в достаточном количестве легкодоступные ревизионные отверстия.

11.1.4 Дверца топки

Дверца топки должна подходить для подачи первичного и вторичного воздуха и соответствовать выбранной конструкции. Она должна надёжно и прочно фиксироваться в конструкции печи и выдерживать механические и термические нагрузки.

При монтаже необходимо обращать внимание на относительное удлинение используемых материалов.

Должны быть предусмотрены необходимые настройки для подачи первичного и вторичного воздуха. В монтажной инструкции производителя должны содержаться все необходимые данные по использованию дверцы.

11.1.5 Ниши и плиты для подогрева

Если греющие ниши или плиты для подогрева (например, для подогрева пищи) омываются открытым воздухом, то внутренняя поверхность такой плиты при расчёте потока тепла учитывается наполовину.

11.2 Расчёт

11.2.1 Основные положения

Теплоаккумулирующие печи - это приборы, которые накапливают тепло, а затем отдают его со своей внешней поверхности. Размеры печи (теплоотдающая внешняя поверхность / поверхность нагрева) определяются исходя из удельной тепловой мощности и потерь тепла.

Необходимая тепловая мощность горения (необходимая загрузка топлива), определяемая по закладке топлива в теплоаккумулирующую конструкцию из керамики, сводится к определению:

- Тепловой мощности Q_N ,
- Установленного промежутка времени сохранения тепла t_N , в течение которого выделившееся тепло должно быть передано в помещение,
- Низшей теплоты сгорания топлива H_u ,
- Кпд η

- Интервал между закладками в зависимости от строительного типа составляет пять, восемь или двенадцать часов (смотрите табл. 11.1).

Низшей теплотой сгорания топлива следует считать

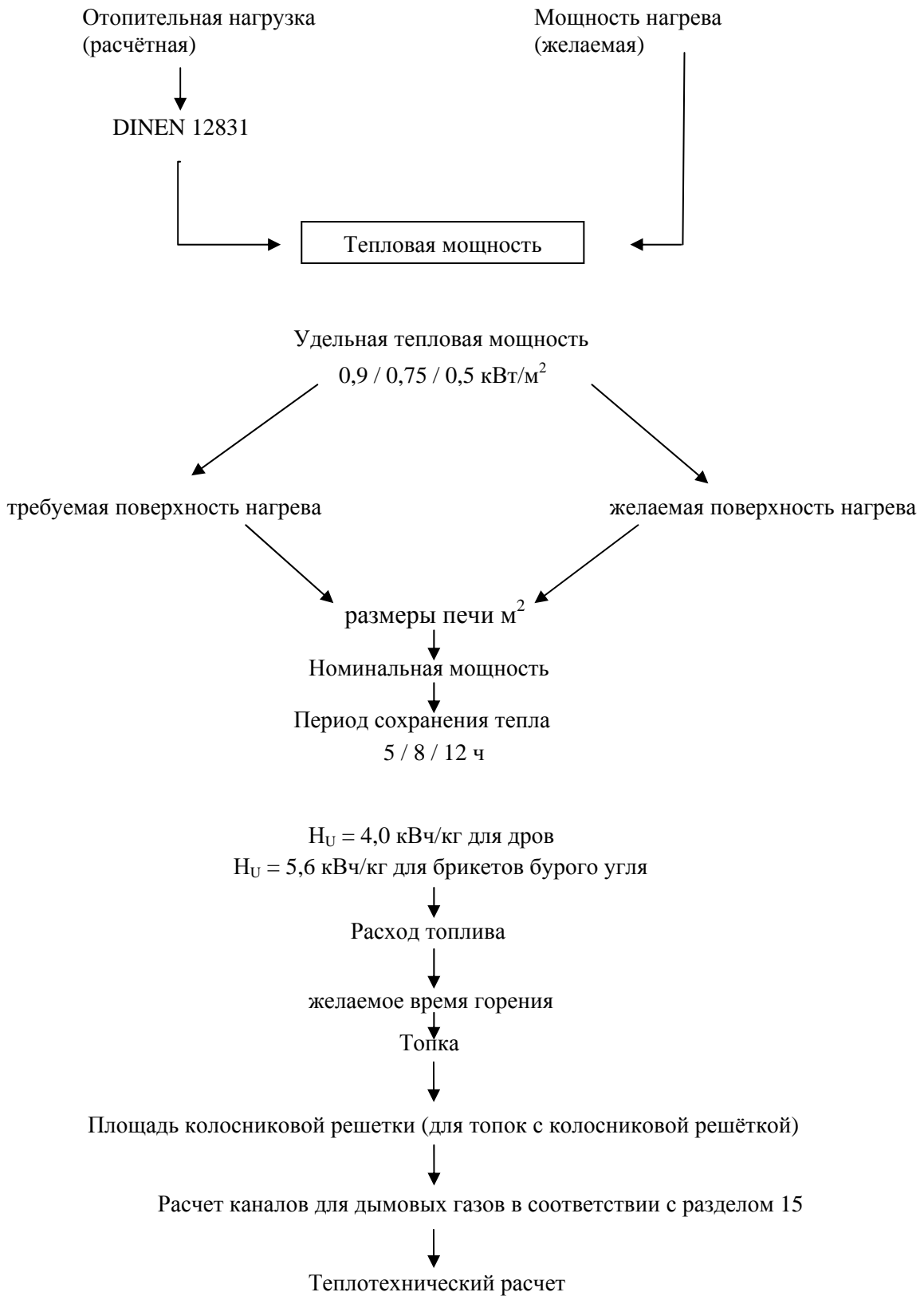
- для дров с остаточной влажностью не более 20%: $H_u = 4,0 \text{ кВтч/кг}$
- для угольных брикетов: $H_u = 5,6 \text{ кВтч/кг}$

Минимальный коэффициент полезного действия следует принимать равным 76%.

Тепловую мощность вычисляют в соответствии с разделом 11.2.4.

Для печей с отличающимися основными данными, другим строительным типом или другими размерными параметрами должно быть предоставлено расчётное подтверждение с соответствующей расчётной программой.

11.2.2 Схема выполнения расчёта



11.2.3 Виды конструкций

Проектные данные по удельной тепловой мощности, средней проектной температуре поверхности нагрева и длительности сохранения тепла приведены в таблице 11.1. На практике эти проектные величины могут быть достигнуты только после двух-трех закладок топлива, без фазы розжига. Продолжительность фазы розжига зависит от условий использования и окружающих условий (например, первый розжиг после полного охлаждения конструкции, низкая температура помещения). Ориентировочные значения толщины стенок можно найти в таблице 11.2.

Таблица 11.1: Расчетные данные для конструкции теплоаккумулирующей печи

Тип конструкции:	тяжелый	среднетяжелый	легкий	Допустимая погрешность
Характеристика:				
Время аккумуляции тепла в зависимости от режима эксплуатации, интервал между закладкой дров	12 ч	8 ч	5 ч	+/- 15 %
Удельная расчетная тепловая мощность *) $q_{GO, spez}$	0,50 кВт/м ²	0,75 кВт/м ²	0,90 кВт/м ²	+/- 10 %
Средняя расчетная разница между температурой поверхности нагрева и температурой помещения	40 К	55 К	65 К	+/- 5 К

*) В зависимости от режима эксплуатации значения могут варьироваться (например, при изменении интервала между закладкой дров).

Таблица 11.2: Толщина стенок в основных типах конструкции теплоаккумулирующей печи

Тип конструкции:	тяжелый	среднетяжелый	легкий
Характеристика:			
Толщина стен топки *)	12 - 14 см	10 - 12 см	9 - 11 см
Толщина стенки канала для дымовых газов сразу за топкой	11,5 - 13,5 см	9,5 - 11,5 см	7,5 - 9,5 см
Толщина стенки канала для дымовых газов перед дымоходом	5 - 10 см	5 - 8 см	5 - 6 см

*) Справочная толщина: общая толщина кафеля или другой облицовки и топки, которые примыкают непосредственно друг к другу без какого-либо отступа. Если между топкой и облицовкой есть отступ, или топка окружена каналами, и не находится непосредственно рядом с облицовкой, то толщина стенок топки может варьироваться. Топки и каналы могут также выполняться с большими толщинами стенок, если это необходимо по теплотехническим или конструктивным условиям.

При определении общей толщины стенки расстояния между отдельными слоями, а соответственно и воздушные зазоры не принимаются во внимание.

Если между топкой с конвективными поверхностями нагрева и облицовкой есть зазор, то удельная тепловая мощность конструкции снижается при прочих равных конструктивных особенностях и условиях эксплуатации на 1,5% с каждым 1 сантиметром ширины зазора.

Эта зависимость снижения удельной тепловой мощности $q_{GO,spz}^*$ от величины зазора d (в см) между топкой с дымовыми каналами и облицовкой описывается следующим уравнением:

$$q_{GO,spz}^* = q_{GO,spz} - (q_{GO,spz} \cdot d \cdot 0,015) \quad [\text{уравнение 11.1}]$$

11.2.4.1 Расчёт мощности

11.2.4.2 Тепловая мощность

Исходная тепловая мощность:

$$Q_N = A_{GO} \cdot q_{GO,spz} \quad [\text{уравнение 11.2}]$$

11.2.4.2 Активная внешняя поверхность нагрева

Активная теплоотдающая поверхность определяется как:

$$A_{GO} = \frac{Q_N}{q_{GO,spz}} \quad [\text{уравнение 11.3}]$$

соответственно для конструкций с зазором между каналами и облицовкой

$$A_{GO} = \frac{Q_N}{q_{GO,spz}^*} \quad [\text{уравнение 11.4}]$$

где:

Q_N :	тепловая мощность в кВт
$q_{GO,spz}$:	удельная тепловая мощность в кВт/м ² (по таблице 11.1)
$q_{GO,spz}^*$:	пониженная удельная тепловая мощность в кВт/м ²
A_{GO} :	площадь теплоотдающей внешней поверхности/поверхности нагрева в м ²

11.2.4.3 Необходимое количество топлива

Рассчитывается по следующему уравнению:

$$m_B = \frac{Q_N + t_N}{H_U + \eta} \quad [\text{уравнение 11.5}]$$

где:

m_B :	количество топлива в кг, требуемое для достижения тепловой мощности
Q_N :	тепловая мощность в кВт
t_N :	длительность аккумуляции тепла, интервал между закладками топлива в часах
H_U :	низшая теплота сгорания топлива в кВтч/кг
η :	теплотехнический коэффициент полезного действия

11.2.4.4 Расход топлива

Результирующий расход топлива определяют по твёрдо установленному времени сгорания топлива и в зависимости от топки:

$$\dot{m}_B = \frac{m_B}{t_F} \quad [\text{уравнение 11.6}]$$

или

$$\dot{m}_B = \frac{\dot{Q}_N \cdot t_N}{H_U \cdot \eta \cdot t_F} \quad [\text{уравнение 11.7}]$$

где:

\dot{m}_B :	часовой расход топлива в кг/ч
m_B :	количество топлива в кг, требуемое для достижения тепловой мощности
t_F :	продолжительность горения общего количества топлива m_B в часах
\dot{Q}_N :	тепловая мощность в кВт
t_N :	длительность аккумуляции тепла, интервал между закладками топлива в часах
H_U :	низшая теплота сгорания топлива в кВтч/кг
η :	теплотехнический коэффициент полезного действия

Чтобы достичь оптимального сжигания необходимо достичь соответствия между типом используемого топлива, временем его сгорания и размерами топки.

Для расчёта источников тепла на твёрдом топливе используются следующие величины продолжительности горения:

для дров:	1,4 ч
для буроугольных брикетов:	1,5 ч

11.2.5 Расчёт топки

Расчёт геометрии топки зависит от расхода топлива. Метод расчёта подходит для топок с расходом топлива

дрова от 3 до 15 кг/ч

буроугольные брикеты от 2 до 11 кг/ч

Последующие расчёты основаны на том, что время между закладками составляет 5 - 12 ч, в конструкции используется стандартный или тяжёлый шамот.

11.2.5.1 Внутренняя поверхность топки

Внутренняя поверхность топочного пространства рассчитывается в зависимости от расхода топлива:

$$A_{oFR} = 1260 \cdot \dot{m}_B \quad [\text{уравнение 11.8}]$$

где:

A_{oFR} :	Площадь внутренней поверхности топки в см ²
\dot{m}_B :	Расход топлива в кг/ч
	Расчётный коэффициент: 1260 см ² /(кг/ч)

Поверхность стекла дверцы топки не включена в расчетную внутреннюю поверхность топки. Она рассматривается отдельно, так как при сжигании топлива она не играет роли ни в повышении температуры в топке, ни в создании соответствующего отражения. Соответствующая размерам стекла тепловая мощность передаётся напрямую в помещение, где установлена печь.

Располагать этой частью тепловой мощности можно только в момент горения топлива и поэтому она учитывается соответствующим образом в номинальной тепловой мощности печи.

Если используются топочные дверцы со стеклом, тогда производитель должен предоставить соответствующие технические расчётные данные и данные по мощности.

Если подобные расчётные данные не представлены, тогда общая площадь внутренней поверхности топки, включая поверхность стекла, будет определяться по соотношению:

$$A_{oFRges} = 1260 \cdot \dot{m}_B - 0,7 \cdot A_{Glas} = \quad \text{[уравнение 11.9]}$$

$$A_{oFRges} = A_{oFR} - 0,7 \cdot A_{Glas}$$

где:

A_{oFRges} :	общая площадь внутренней поверхности топки, включая поверхность стекла в см ²
\dot{m}_B :	часовой расход топлива в кг/ч
A_{glas} :	площадь поверхности стекла или фронт стекла в см ²
A_{oFR} :	площадь внутренней поверхности топки в см ²
	расчётный коэффициент: 1260 см ² /(кг/ч)

11.2.5.2 Площадь горения

$$A_{FR} = 140 \cdot \dot{m}_B \quad \text{[уравнение 11.10]}$$

A_{FR} :	площадь горения в см ²
\dot{m}_B :	часовой расход топлива в кг/ч
	расчётный коэффициент: 140 см ² /(кг/ч)

Действительная площадь горения топки может отличаться от расчётной в сторону снижения максимум на 10%, в сторону увеличения максимум на 25% в зависимости от внутренней поверхности топочного пространства. Если пол топки имеет прямоугольную форму, то соотношение сторон должно находиться в пределах между 1 и 2.

Минимальная ширина топки составляет 22 см, и не должна быть меньше.

11.2.5.3 Площадь решётки

$$A_{Ro} = 70 \cdot \dot{m}_B \quad \text{[уравнение 11.11]}$$

A_{Ro} :	площадь занятая золой в см ²
\dot{m}_B :	часовой расход топлива в кг/ч,
	расчётный коэффициент: 70 см ² /(кг/ч)

11.2.5.4 Высота топки

Высота топки - это усреднённое по вертикали расстояние между полом и перекрытием топки. Действительная высота топки может отличаться от расчётной в сторону снижения максимум на 5%, в сторону увеличения максимум на 7%.

$$h_{FR} = \frac{(1260 \cdot \dot{m}_B - 2 \cdot A_{FR})}{U_{FR}} = \quad \text{[уравнение 11.12]}$$

$$h_{FR} = \frac{(1260 \cdot \dot{m}_B - 2 \cdot A_{FR})}{2 \cdot (a_{FR} + b_{FR})}$$

где:

h_{FR} :	высота топки в см
A_{FR} :	площадь пола топки или площадь горения в см ²
U_{FR} :	периметр пола топки в см
a_{FR} :	глубина топки в см
b_{FR} :	ширина топки в см
\dot{m}_B :	часовой расход топлива в кг/ч расчётный коэффициент: 1260 см ² /(кг/ч)

11.2.5.5 Каналы для движения продуктов сгорания

Каналы для движения продуктов сгорания в теплоаккумулирующих печах выполняются из керамики. Они рассчитываются в соответствии с разделом 15.

Для расчёта сечения необходимы следующие технические данные

$\vartheta_{\text{anfang}}$:	температура на входе в каналы для движения продуктов сгорания устанавливается равной 650°C, если нет других данных, например, температур, предоставленных производителем готовых топок.
\dot{m} :	массовый поток дымовых газов определяется в соответствии с разделом 11.3.3

11.3 Теплотехнический расчёт

Для сопроводительной технической документации и дальнейшего расчёта источника тепла необходимы следующие теплотехнические величины

Температура дымовых газов	ϑ_w	в °C
Требуемая тяга	P_{Ze}	в Па
Массовый поток дымовых газов	\dot{m}	в г/с
Объёмный расход воздуха на горение	\dot{V}_B	в м ³ /ч
Эффективная тепловая мощность	P_{LF}	в кВт

Которые определяются в соответствии с:

11.3.1 Температура дымовых газов

Расчётная температура дымовых газов теплоаккумулирующей печи:

$$\vartheta_w = 180 \text{ }^\circ\text{C}$$

Для расчёта и надёжного функционирования конструкции для удаления дымовых газов приблизительно устанавливается температура дымовых газов на входе в дымовую трубу.

Точные значения температуры дымовых газов могут быть определены в результате проведения соответствующего расчёта.

Во время фазы горения топлива действительные температуры дымовых газов на этот период значительно превышают указанные величины.

Для обеспечения надёжной работы соединительных элементов от печи к дымовой трубе с точки зрения пожарной безопасности рабочие температуры дымовых газов для соединительных элементов устанавливаются в диапазоне $\vartheta_{w,max} \leq 400 \text{ }^\circ\text{C}$

11.3.2. Требуемая тяга

$$P_{Ze} = P_{FR} + P_{HGZ} + P_B + P_{FV} \quad \text{[уравнение 11.12]}$$

где:

P_{Ze} : требуемая тяга источника тепла, включая подвод воздуха на горение и соединительные элементы, Па

P_{FR} : требуемая тяга в топке. Она складывается из тяги на входе в дверцу и требуемой тяги в самой камере сгорания:

$$P_{FR} = P_{Tür} + P_{Brennraum} \quad \text{[уравнение 11.13]}$$

Требуемая тяга на входе в дверцу задаётся производителем дверцы. Требуемая тяга в топке, конструкция которой не предусматривает поворотов или отражательных экранов, составляет 2 Па, при наличии поворотов внутри топочного пространства - 5 Па.

В случае использования топки заводской готовности соответствующие данные предоставляются производителем.

P_{HGZ} : требуемая тяга дымовых каналов, определяемая в соответствии с разделом 15.3.4

P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) в воздуховоде для подачи воздуха на горение или необходимое разрежения для движения воздуха, используемого для горения топлива

Расчёт воздухопроводов ведётся по данным раздела 5.2 или по соответствующей таблице 19.8

При использовании воздуха помещения эта величина задана и составляет $P_B = 4$ Па.

P_{FV} : требуемая тяга для соединительных элементов вне источника тепла (если они предусмотрены конструкцией) либо рассчитывается, либо определяется по диаграмме 7.5.

11.3.3 Массовый расход дымовых газов

$$\dot{m} = a_m \cdot \dot{m}_B \quad [\text{уравнение 11.14}]$$

где:

\dot{m} : массовый поток дымовых газов в г/с

a_m : удельный коэффициент для массового расхода дымовых газов, который меняется в зависимости от типа топлива и коэффициента избытка воздуха

$a_m = 3,65 \frac{\text{г/с}}{\text{кг/ч}}$: топливо: дрова, коэффициент избытка воздуха: 2,4
например, при электронном регулировании соотношения воздуха, подаваемого на горение

$a_m = 4,13 \frac{\text{г/с}}{\text{кг/ч}}$: топливо: дрова, коэффициент избытка воздуха: 2,8
например, при соответствующей настройке внутри конструкции топочной дверцы

$a_m = 4,72 \frac{\text{г/с}}{\text{кг/ч}}$: топливо: дрова, коэффициент избытка воздуха: 3,2
например, при открытой топочной дверце

$a_m = 3,16 \frac{\text{г/с}}{\text{кг/ч}}$: топливо: бурый уголь, коэффициент избытка воздуха: 1,5
например, при установке электронного регулирования подачи воздуха на горение

$a_m = 4,11 \frac{\text{г/с}}{\text{кг/ч}}$: топливо: бурый уголь, коэффициент избытка воздуха: 2,0
например, при соответствующей настройке внутри конструкции топочной дверцы

\dot{m} : часовой расход топлива в кг/ч

11.3.4 Необходимый объёмный расход воздуха на горение

$$\dot{V}_B = 12,5 \frac{\text{м}^3}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B \quad [\text{уравнение 11.15}]$$

Примечание: Величина приблизительно соответствует расчёту с соотношением массового расхода воздуха на горение к массовому расходу дымовых газов $\beta = 0,9$.
В случае, если производитель не указывает данных по расходу топлива (кг/ч), можно принять приблизительно, что объёмный расход воздуха на горение ($\text{м}^3/\text{ч}$) в три раза больше массового расхода дымовых газов (г/с)

где

\dot{V}_B : требуемый объёмный расход дымовых газов в $\text{м}^3/\text{ч}$

\dot{m}_B : часовой расход топлива в кг/ч

11.3.5 Условная тепловая мощность

$$P_{LF} = 8 \frac{\text{кВт}}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B$$

[уравнение 11.16]

где:

P_{LF} : условная тепловая мощность в кВт

\dot{m}_B : часовой расход топлива в кг/ч

12. Открытый камин, закрытый камин

Для расчета и конструирования открытых каминов, отопительных каминов действуют общие технические условия разделов

3. Материалы, строительные материалы и строительные компоненты
4. Конструкция, основные положения, общие требования
5. Подача воздуха для горения и
6. Огне- и теплозащита

Особое внимание необходимо обратить на технические условия по защите в области излучения и перед топочным отверстием (разделы 6.7 и 6.8).

12.1 Основополагающие требования

12.1.1 Основные положения

По строительному типу камины делятся на:

- камины с каминными топками и каминными кассетами, эксплуатируемые как открытые и как закрытые (строительный тип А),
- открытые камины с топкой, выполненной вручную (строительный тип В) и
- закрытые камины с каминной топкой, эксплуатируемой только в закрытом состоянии. За закрытыми каминами допустимо устанавливать каналы для продуктов сгорания.
- открытые камины строительного типа В с декоративным газоиспользующими приборами с эффектом огня.

Рисунок 12.1: Базовая конструкция открытого камина, тип А

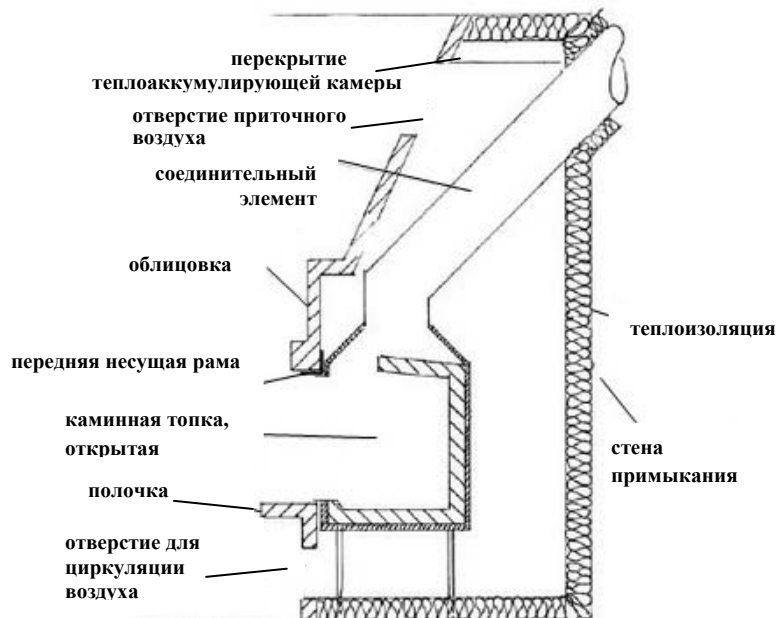


Рисунок 12.2: Базовая конструкция открытого камина, строительный тип В

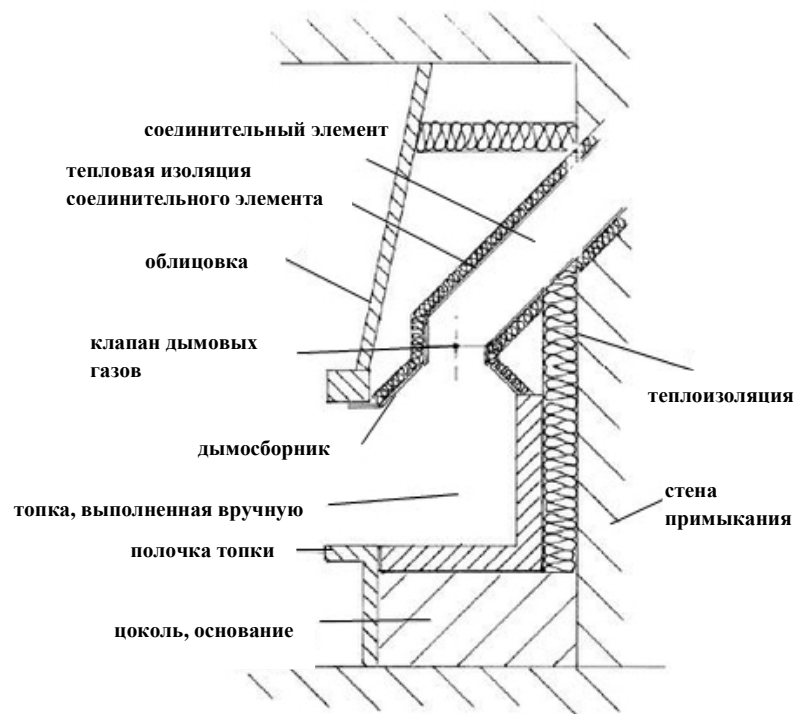
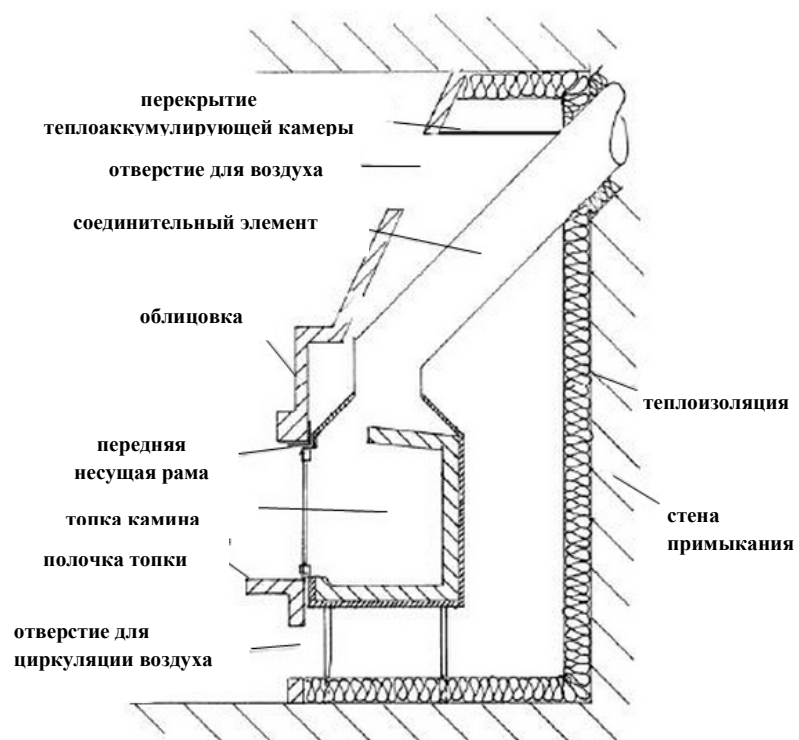


Рисунок 12.3: Базовая конструкция закрытого камина



Для открытого режима эксплуатации можно использовать только сухие поленья из натуральной древесины. Исключения составляют декоративные газовые камины. При закрытом режиме эксплуатации допускается использование брикетов из бурого или каменного угля в соответствии с данными производителя каминной топки/каминной кассеты.

Для открытых каминов без проведения испытаний по определению типа и без регистрации (для каминов строительного типа В) не допускается иметь внутри никаких поверхностей нагрева для конвекционного подогрева воздуха помещения, у них также нет дверцы топки.

Открытые камины не могут иметь никаких каналов для движения продуктов сгорания или поворотных каналов, которые могли бы увеличить площадь поверхности нагрева или сопротивление движению потока. Отдача тепла происходит излучением через отверстие топки.

Для открыто эксплуатируемых каминов не допускается многократное подключение к дымовой трубе.

Эксплуатация открытых каминов должна быть организована таким образом, чтобы дымовые газы не могли поступать в помещение в количествах, опасных для здоровья человека, и было исключено выпадение углей из топки.

Подставки, колосники, плоские решётки должны быть изготовлены из чугуна или ковального железа. Подставки могут быть также выполнены из шамотных камней, клинкерных камней или огнеупорного бетона.

12.1.2 Подача воздуха для горения

Обеспечение воздухом для горения может осуществляться при помощи воздухопроводов, которые подводятся непосредственно к топке. Такие воздухопроводы, напрямую соединённые с топкой открытого камина, должны иметь запорные устройства. Места установки запорных устройств должны быть видимы. Во время эксплуатации открытого камина не допускается закрывать запорные устройства на воздухопроводах подачи воздуха для горения.

12.1.3 Запорные устройства на пути движения дымовых газов

Камины, эксплуатируемые как открытые, должны иметь какое-либо запорное устройство на пути движения дымовых газов, за исключением каминных топок или каминных кассет с закрываемыми топочными отверстиями и конструкций, устанавливаемых снаружи вне зданий. Запорные устройства не должны препятствовать проведению работ по контролю или очистке в соединительных элементах и не должны самостоятельно закрываться. Установка запорных устройств должна быть видимой снаружи, например, за счёт ручки обслуживания. Запорные устройства допускается устанавливать только в дымовой камере, штуцерах или соединительных элементах.

Если в том же помещении, где установлен источник тепла, или смежных с ним помещениях размещены другие источники тепла, то должны быть обеспечены особые меры безопасности по поддержанию постоянно открытым запорного устройства подачи воздуха на горение до тех пор, пока запорное устройство на пути движения дымовых газов не будет полностью закрыто.

12.1.4 Особые требования для открытых каминов строительного типа В

В камине должно быть предусмотрено запорное устройство на воздуховоде подачи воздуха на горение. Это условие может быть отменено, если не рассчитывается охлаждение камина и трубы в неработающем состоянии, и при проведении очистных работ в дымовой трубе не ожидается загрязнение через топочное отверстие (например, открытый камин снаружи здания).

Блокировка между собой запорных устройств на воздуховоде подачи воздуха на горение и в дымовом тракте не требуется.

Необходимо дополнительное указание потребителю, что при эксплуатации открытого камина запорное устройство на подаче воздуха для горения и запорное устройство над топкой должны быть открыты, чтобы исключить выход дымовых газов из камина.

Открытый камин с открытой топкой допускается эксплуатировать только под присмотром.

Материалы, которые используются в дымоборнике, должны, как минимум, соответствовать требованиям для труб продуктов сгорания, изложенным в разделе 4.11.

Для открытых каминов строительного типа В недопустимо использование дверец и изделий, закрывающих топку. Требования к строительным материалам и изоляции открытых каминов строительного типа «В» недостаточны для высоких температур, возникающих в закрытой топке. Использование изделий, закрывающих топку, или дверец в открытых каминах допускается только для каминных топков и каминных кассет, имеющих соответствующее подтверждение со стороны строительного надзора.

12.1.5 Декоративное газовое пламя в открытых каминах строительного типа В

Для открытых каминов строительного типа «В» с декоративными газовыми приборами недостаточно использовать декоративные газовые приборы с устройствами контроля тяги тип «AS» (термоэлектрический контроль розжига). Допускается устанавливать только те приборы, которые имеют устройства контроля тяги с обозначением типа «BS» (отключение подачи газа).

В монтажной инструкции производителем должны быть определены минимальные и максимальные размеры отверстия топки и соотношение сторон открытого камина (ширина, высота, глубина), в который может встраиваться декоративный газовый огонь. Кроме того производитель должен точно описать установку устройства контроля тяги типа «BS», являющегося составной частью поставки, в этом топочном отверстии с определёнными размерами. Устройство контроля тяги типа «BS» должно быть проверено производителем и иметь сертификат об использовании с соответствующим декоративным газовым огнём со стороны одного из аккредитованных испытательных центров по сертификации газовых приборов в соответствии с директивой ЕС.

В открытом камине с газовым пламенем допускаются устройства контроля тяги с механическим приводом или управляемые по термическим показаниям, соответствующие вышеуказанным. После установки декоративного газового огня в открытых каминах имеющиеся клапаны с ручным регулированием на пути дымовых газов должны быть либо удалены, либо долговременно заблокированы в открытом состоянии, либо оснащены электрическим выключателем (концевым выключателем), предусмотренным для того, чтобы эксплуатация декоративного газового огня была возможна только при открытом положении запорного клапана дымовых газов. (выключение обесточенного закрытого магнитного вентиля на подаче газа). По энергетическим соображениям предпочтительнее удаление или блокирование клапана дымовых газов, чем установка электрического выключателя.

Открытые камины с декоративным газовым огнём в любом случае должны подключаться к собственной конструкции для удаления дымовых газов. Выбор конструкции для удаления дымовых газов основан на предписаниях DIN EN 13384-1 для открытых каминов с учётом размеров топочного отверстия. При наличии данных по дымовым газам, предоставленных производителем прибора и подтверждённых испытанием строительного образца, показатели дымовых газов могут быть использованы в качестве основы для расчёта и определения требуемых параметров по DIN EN 13384-1.

Функционирование устройства контроля тяги типа «BS», в открытом камине с декоративным газовым огнём при блокировании газового тракта при полной нагрузке и при скоплении дымовых газов (пробке) необходимо проверить совместно с окружным мастером трубочистом.

12.2 Расчёт

12.2.1 Основные положения

Расчёт и определение размеров закрытых каминов с каминными топками или каминными кассетами, эксплуатация которых предусматривает закрытый режим, должны быть выполнены в соответствии с разделом 7.2 с учётом данных производителя.

При расчёте каминов строительного типа «А», эксплуатируемых только как открытые, или в том числе как открытые, а также при расчёте каминов строительного типа «В» обратить особое внимание на топочное отверстие вследствие его сравнительно больших размеров.

12.2.2 Расчёт топки камина строительного типа В

Расчет топок открытых каминов, собранных вручную, строительный тип «В».

Размеры топочного отверстия должны быть ограничены в первую очередь соответствующими имеющимися или возможными характеристиками конструкции для отвода дымовых газов.

Боковые и задняя стенки топки должны быть выполнены так, чтобы они отдавали в помещение тепло излучения с высокой эффективностью.

Глубина топки влияет на мощность излучения: при использовании более глубокой топки мощность излучения уменьшается, при применении менее глубокой - увеличивается.

При использовании топок малой глубины возникает повышенная опасность попадания дымовых газов в помещение, в котором установлен камин.

Глубина площади горения между вертикальной защитной решёткой или при её отсутствии между передним кантом топочного отверстия и задней стенкой топки не должна быть менее 28 см.

Глубина топки должна увеличиваться при увеличении ширины топки. Для топки, открываемой с одной стороны, соотношение между глубиной и шириной не должно превышать 1:3. Необходимо избегать конструкций, в которых ширина топки в три раза больше глубины.

Соотношение между глубиной топки и высотой топочного отверстия не должно быть более 1:1,5, необходимо избегать соотношения, при котором высота топочного отверстия в 1,5 раза больше глубины топки.

12.2.3 Расчёт каналов продуктов сгорания

Металлические или керамические каналы для продуктов сгорания выполнять в соответствии с техническими данными производителя каминной топки и только так, как задано производителем.

Каналы для продуктов сгорания и дополнительные поверхности нагрева допускается подключать только к каминным топкам, которые предназначены для эксплуатации в том числе и в закрытом режиме.

Для каминных топок и каминных кассет, проверенных по DIN 18895 конструкция каналов продуктов сгорания должна соответствовать каналам, с которыми эта топка проходила проверку.

При этом все необходимые данные для определения размеров каналов при монтаже дополнительных поверхностей нагрева вручную должны быть предоставлены производителем.

Если каминная топка или каминная кассета получают подтверждение использования со стороны строительного надзора по DIN EN 13229, тогда расчёт керамических каналов для продуктов сгорания с учётом данных производителя может быть выполнен по разделу 15.

12.3 Теплотехнический расчёт

Для открытых каминов с каминными топками или каминными кассетами, предназначенных также и для эксплуатации в закрытом режиме, расчёт необходимо выполнять по данным раздела 7,3 с учётом данных производителя.

Определение размеров открытых каминов строительного типа «В» (= топки, выполненные вручную) и открытых каминов строительного типа «А» (= с каминными топками), которые могут эксплуатироваться как открытые, необходимо вести исходя из поперечного сечения топочного отверстия.

Для технической документации и проведения дальнейшего расчёта необходимы следующие теплотехнические данные

температура дымовых газов	ϑ_w	в °C
требуемая общая тяга	P_{Ze}	в Па
массовый поток дымовых газов	\dot{m}	в г/с
требуемый объём воздуха на горение	\dot{V}_B	в м³/ч
удельная тепловая мощность	P_{LF}	в кВт

Эти параметры определяют или принимают следующим образом:

12.3.1 Температура дымовых газов

В зависимости от предусмотренного или допустимого режима эксплуатации (открытый или закрытый) следует различать:

12.3.1.1 Каминьы, эксплуатируемые как открытые

$$\vartheta_w = 80^\circ\text{C} \quad [\text{уравнение 12.1}]$$

Температура дымовых газов открыто эксплуатируемых каминов строительного типа «А» и строительного типа «В» установлена в качестве расчётной величины, достаточной для функционирования конструкции для удаления дымовых газов.

12.3.1.2 Каминьы, эксплуатируемые как закрытые, закрытые каминьы

Для каминов, эксплуатируемых как закрытые, для закрытых каминов без каналов продуктов сгорания или отопительных каминов с каналами продуктов сгорания, которые должны быть установлены в соответствии с данными производителя, температуру дымовых газов определяют по уравнению:

$$\vartheta_w = \vartheta_{\text{Abg}} - \Delta \vartheta_{\text{Verb.stück}} \quad [\text{уравнение 12.2}]$$

где:

ϑ_w : температура дымовых газов источника тепла на входе в вертикальную часть конструкции для удаления дымовых газов (например, в точке подключения к дымовой трубе) в °C

ϑ_{Abg} : температура дымовых газов в элементе подключения источника тепла по данным производителя (каминной топки, каминной кассеты или на выходе из каналов продуктов сгорания) в °C

$\Delta \vartheta_{\text{Verb.stück}}$: разница температур, снижение температуры в соединительном элементе, определённая расчётом или по диаграмме 7.2.

12.3.1.3 Закрытые каминьы с керамическими каналами для продуктов сгорания по TROL

$$\vartheta_w = \vartheta_{\text{HGZ}} - \Delta \vartheta_{\text{HGRII}} - \Delta \vartheta_{\text{Verb.stück}} \quad [\text{уравнение 12.3}]$$

где:

ϑ_w : температура дымовых газов источника тепла на входе в вертикальную часть конструкции для удаления дымовых газов (например, в точке подключения к дымовой трубе) в °C

ϑ_{HGZ} : расчётная температура в конце канала продуктов сгорания / на входе в трубу продуктов сгорания 2: $\vartheta_{\text{HGZ}}=180^\circ\text{C}$, или температура, определённая расчётом

$\Delta \vartheta_{\text{HGRII}}$: разница температур в К, снижение температуры в трубе продуктов сгорания 2, определённая расчётом или по диаграмме 7.2.

$\Delta \vartheta_{\text{verb.stück}}$: разница температур в К, снижение температуры в соединительном элементе, определённая расчётом или по диаграмме 7.2.

12.3.2 Требуемая тяга

В зависимости от предусмотренного режима эксплуатации (открытый или закрытый) и строительного типа следует различать:

12.3.2.1 Открыто эксплуатируемые каминные строительного типа А

$$P_{Ze} = P_W + P_B + P_{FV} \quad \text{[уравнение 12.4]}$$

где:

P_{Ze} : требуемая общая тяга источника тепла в Па, включая подвод воздуха на горение и соединительный элемент

P_W : требуемая тяга источника тепла в Па, данные производителя каминной топки или каминной кассеты, при необходимости включая принадлежности (например, штуцеры подвода воздуха на горение, механизмы привода и т.д.)

P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) для подачи воздуха на горение, для расчёта устанавливается равной: $P_B = 4$ Па
размеры воздуховодов подачи воздуха на горение, размеры отверстий должны быть определены таким образом, чтобы требуемая тяга не превышала 4 Па.

P_{FV} : требуемая тяга соединительного элемента, определяется расчётом или по диаграмме 7.5

12.3.2.2 Открыто эксплуатируемые каминные строительного типа В

Для открыто эксплуатируемых каминных строительного типа «В» требуемая тяга определяется по массовому расходу дымовых газов и поперечному сечению штуцера дымовых газов. При этом рост подъёмной силы в топке и дымосборнике не принимаются во внимание. Местные сопротивления дымосборника и штуцера дымовых газов учитываются полностью.

$$P_{Ze} = P_W + P_B + P_{FV} \quad \text{[уравнение 12.5]}$$

где:

P_{Ze} : требуемая общая тяга источника тепла в Па, включая подвод воздуха на горение и соединительный элемент

P_W : требуемая тяга в открытом камине:

$$P_W = \frac{(\dot{m})^2}{A^2 \text{stutzen}} \cdot 87 \frac{\text{Па} \cdot \text{см}^4}{(\text{г}/\text{с})^2} \text{ в Па}$$

с: \dot{m} : массовый расход дымовых газов в г/с [уравнение 12.6]

A_{stutzen} : поперечное сечение штуцера дымовых газов в см²

P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) для подачи воздуха на горение, для расчёта устанавливается равной: $P_B = 4$ Па
размеры воздуховодов подачи воздуха на горение, размеры отверстий должны быть определены таким образом, чтобы требуемая тяга не превышала 4 Па.

P_{FV} : требуемая тяга соединительного элемента, определяется расчётом или по диаграмме 7.5

Диаграмма 12.1: Требуемая тяга открытого камина, строительный тип «В», топочное отверстие по ширине больше, чем по высоте

Требуемая тяга открытого камина, строительный тип «В». Топочное отверстие по ширине больше или равно высоте.

Диаметр штуцера дымовых газов

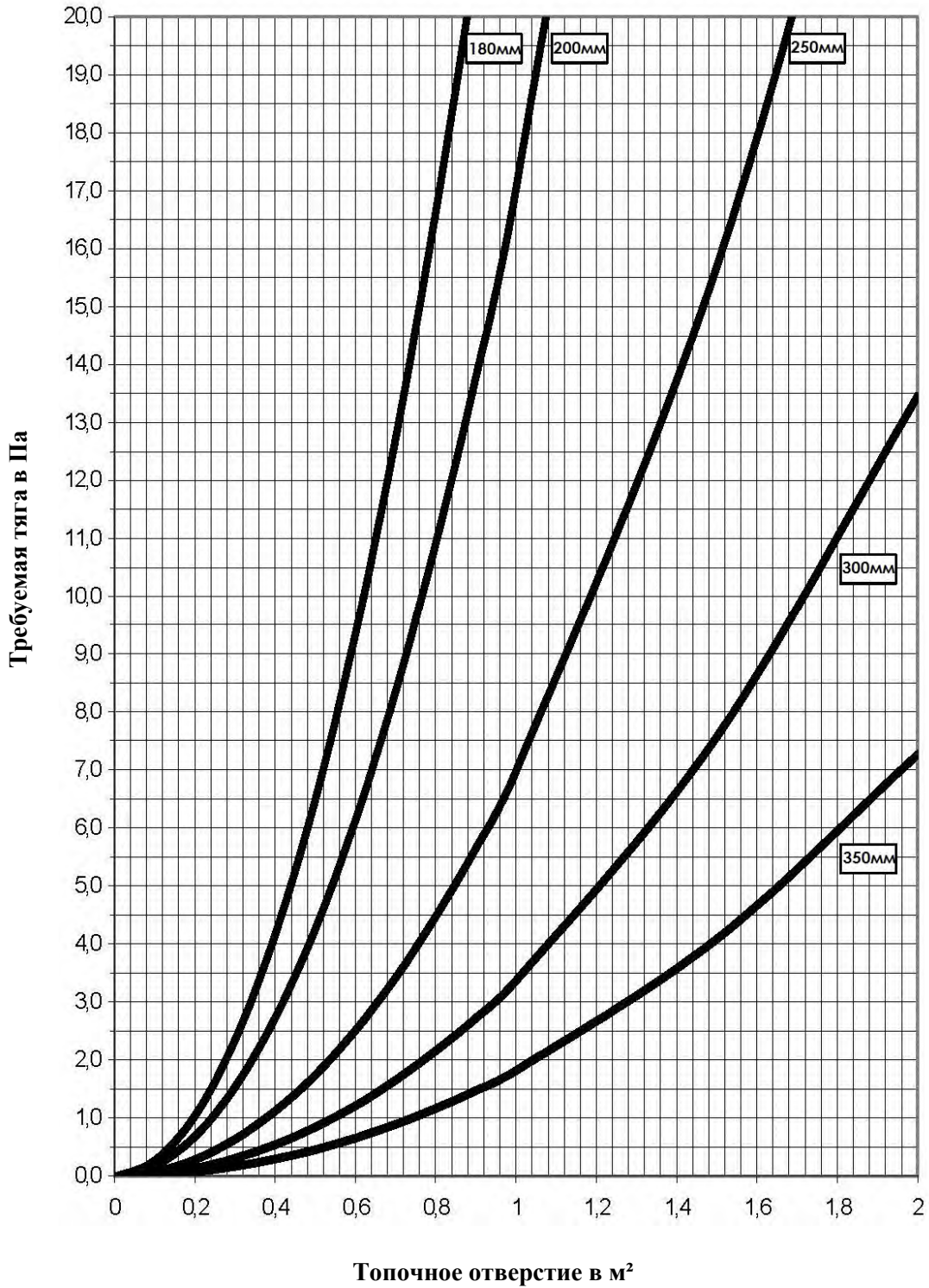


Диаграмма 12.2: Требуемая тяга открытого камина, строительный тип «В», высота топочного отверстия больше ширины.

**Требуемая тяга открытого камина, строительный тип «В».
Высота топочного отверстия больше ширины.**

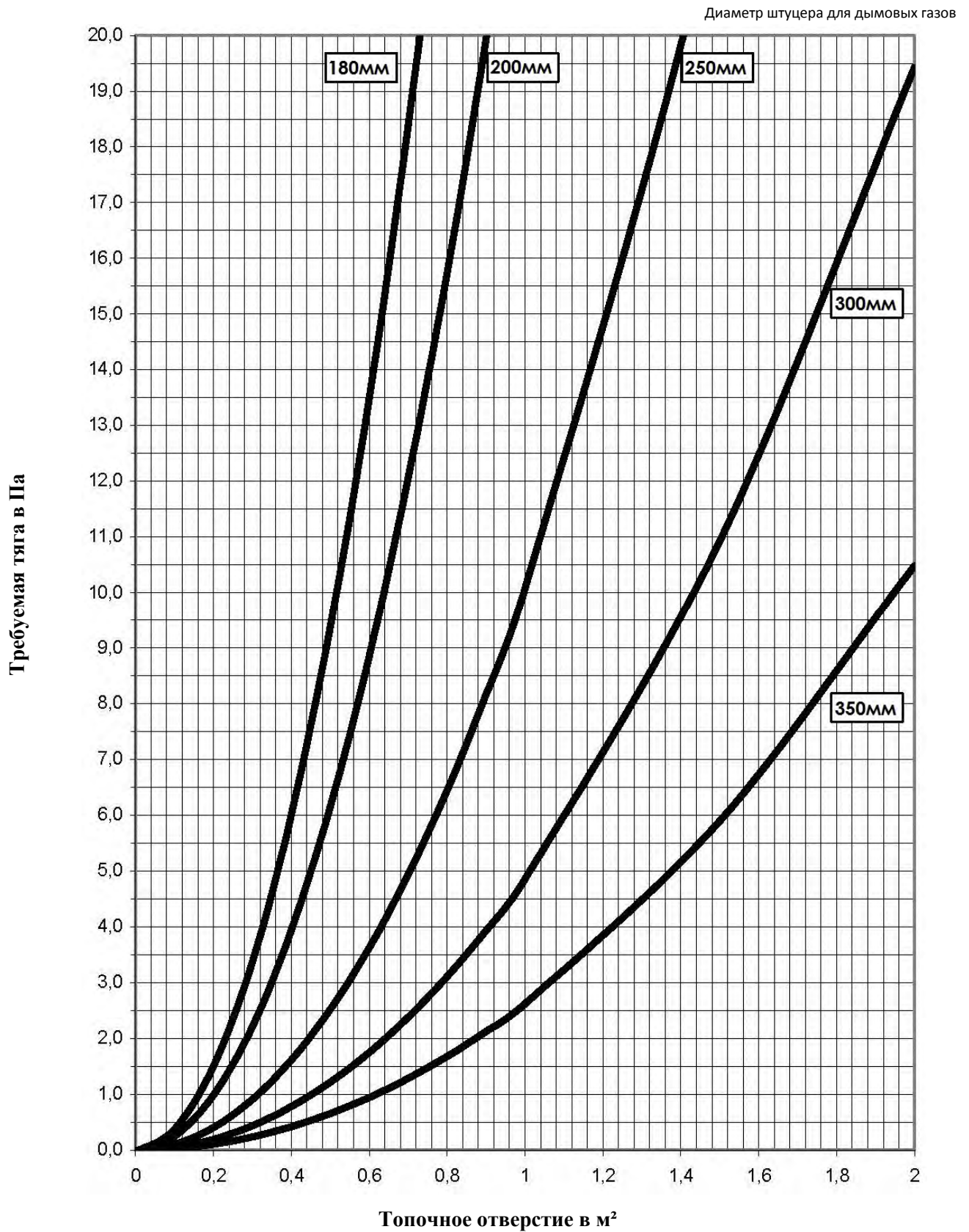


Диаграмма 12.3: Массовый поток дымовых газов открытого камина, строительный тип «В». Размер топочного отверстия по ширине больше, чем по высоте.

Массовый поток дымовых газов открытого камина, строительный тип «В». Размер топочного отверстия по ширине больше, чем по высоте.

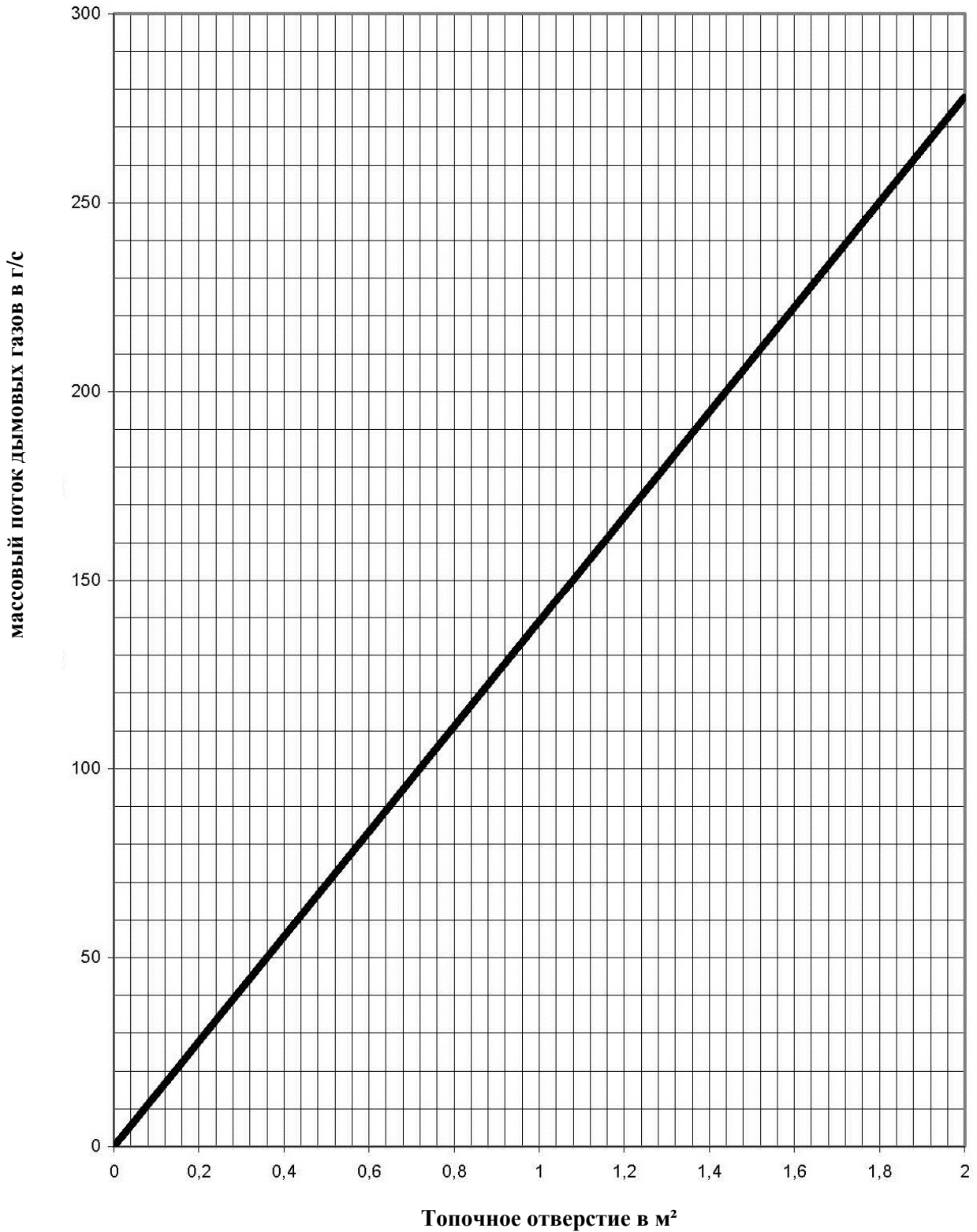
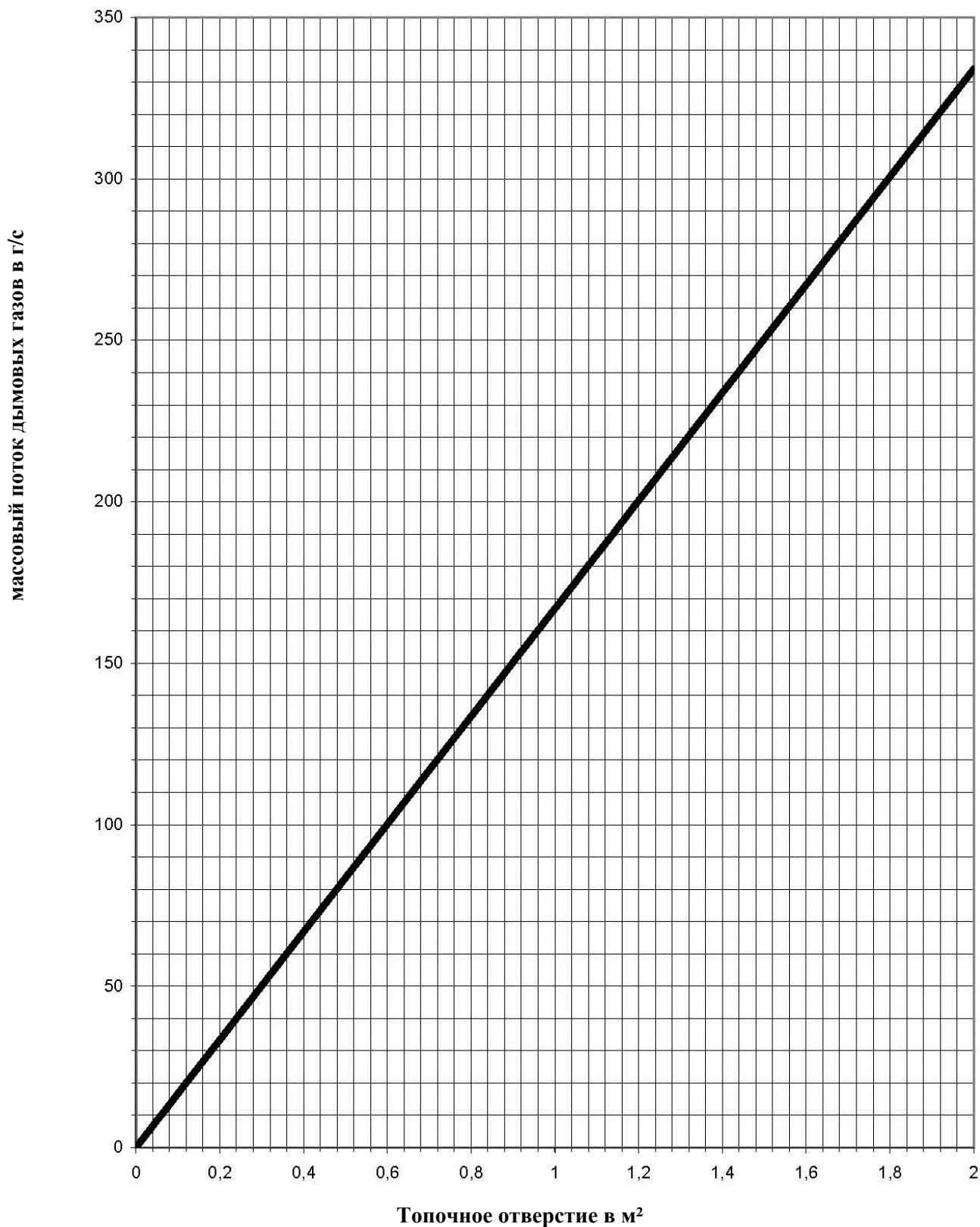


Диаграмма 12.4: Массовый поток дымовых газов открытого камина, строительный тип «В». Размер топочного отверстия по высоте больше, чем по ширине.

Массовый поток дымовых газов открытого камина, строительный тип «В». Размер топочного отверстия по высоте больше, чем по ширине.



12.3.2.3 Закрытые камины без каналов или с заданными каналами

Требуемая общая тяга закрытых каминов, которые не имеют каналов продуктов сгорания или с каналами, выполненными в соответствии с техническими условиями производителя, определяется по уравнению:

$$P_{Ze} = P_W + P_B + P_{FV} \quad \text{[уравнение 12.7]}$$

где:

- P_{Ze} : требуемая общая тяга источника тепла в Па, включая подвод воздуха на горение и соединительный элемент
- P_W : требуемая тяга каминной топки или каминной кассеты в Па по данным производителя, при необходимости включая имеющиеся принадлежности и каналы продуктов сгорания
- P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) воздуховода для подачи воздуха на горение, или требуемое разрежение для подвода воздуха на горение.
Для воздуховодов рассчитывается по разделу 5.2 или определяется по таблице 19.8
При обеспечении воздухом для горения непосредственно из помещения, в котором установлен источник тепла, значение установлено: $P_B = 4$ Па
- P_{FV} : требуемая тяга соединительного элемента в Па, определённая расчетом или по диаграмме 7.5.

12.3.2.4 Закрытые камины с каналами для продуктов сгорания по TROL

$$P_{Ze} = P_W + P_{HGR1} + P_{HGZ} + P_{HGR2} + P_B + P_{FV} \quad \text{[уравнение 12.8]}$$

где:

- P_{Ze} : требуемая общая тяга источника тепла в Па, включая подвод воздуха на горение и соединительный элемент
- P_W : требуемая тяга каминной топки или каминной кассеты в Па по данным производителя, для эксплуатации с керамическими каналами продуктов сгорания
- P_{HGR1} : требуемая тяга трубы продуктов сгорания 1 в Па, определённая расчетом или по диаграмме 7.3
- P_{HGZ} : требуемая тяга керамических каналов продуктов сгорания в Па, определённая расчетом или по разделу 15.3.4;
- P_{HGR2} : требуемая тяга трубы продуктов сгорания 2 в Па, определённая расчетом или по диаграмме 7.4
- P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) воздуховода для подачи воздуха на горение, или требуемое разрежение для подвода воздуха на горение.
Для воздуховодов рассчитывается по разделу 5.2 или определяется по таблице 19.8
При обеспечении воздухом для горения непосредственно из помещения, в котором установлен источник тепла, значение установлено: $P_B = 4$ Па
- P_{FV} : требуемая тяга трубы продуктов сгорания 2 в Па, а также соединительного элемента за пределами источника тепла, если таковой имеется, определённая расчётом или по диаграмме 7.5.

12.3.3 Массовый поток дымовых газов

В зависимости от предусмотренного режима эксплуатации (открытый или закрытый) и строительного типа следует различать:

12.3.3.1 Каминь, эксплуатироваемые как открытые

$$\dot{m} = f_{mf} \cdot A_F \quad [\text{уравнение 12.9}]$$

где:

 \dot{m} : массовый поток дьмовьх газов в г/с; f_{mf} : удельный массовый поток, соответствующий топочному отверстию,

$$F_{mF} = 139 \frac{\text{г}}{\text{с} \cdot \text{м}^2} \text{ если ширина топочного отверстия больше или равна высоте.}$$

$$F_{mF} = 167 \frac{\text{г}}{\text{с} \cdot \text{м}^2} \text{ если высота топочного отверстия больше ширины.}$$

 A_F : площадь топочного отверстия в м².**12.3.3.2 Каминь, эксплуатироваемые как закрытые, закрытые каминь**

\dot{m} : массовый поток дьмовьх газов в г/с по данным производителя для соответствующего строительного типа в зависимости от используемых каналов продуктов сгорания

12.3.4. Необходимый объёмный расход воздуха на горение

В зависимости от предусмотренного режима эксплуатации (открытый или закрытый) и строительного типа следует различать:

12.3.4.1 Каминь, эксплуатироваемые как открытые

Для каминь, эксплуатироваемых как открытые, в случае, если они используются в качестве единственного источника тепла в помещении, где установлены, или связанных с ним помещениях

$$\dot{V}_B = 360 \frac{\text{м}^3}{\text{ч} \cdot \text{м}^2} \cdot A_f \quad [\text{уравнение 12.10}]$$

где:

 \dot{V}_B : необходимый объёмный расход воздуха для горения в м³/ч; A_f : площадь поперечного сечения топочного отверстия в м²;

Для каминь, эксплуатироваемых как открытые, в случае, если вместе с ними в помещении, где они установлены, или связанных с ним помещениях, установлены другие источники тепла:

$$\dot{V}_B = 540 \frac{\text{м}^3}{\text{ч} \cdot \text{м}^2} \cdot A_f + \dot{V}_{B.sonst} \quad [\text{уравнение 12.11}]$$

где:

 \dot{V}_B : необходимый объёмный расход воздуха для горения в м³/ч; A_f : площадь поперечного сечения топочного отверстия в м²; $\dot{V}_{B.sonst}$: необходимый общий объёмный расход воздуха для горения в м³/ч другого источника тепла;

12.3.4.2. Каминь, эксплуатироваемые как закрытые, закрытые каминь

Необходимый объёмный расход воздуха для горения устанавливается производителем каминной топки или каминной кассеты. Если данные не предоставлены, то расчёт выполняют следующим образом:

Для каминных топок или каминных кассет на твёрдом топливе:

$$\dot{V}_B = 12,5 \frac{\text{м}^3}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B \quad [\text{уравнение 12.12}]$$

Для каминных топок или каминных кассет на газообразном топливе:

$$\dot{V}_B = 1,6 \frac{\text{м}^3}{\text{кВт/ч}} \cdot \dot{Q}_N \quad [\text{уравнение 12.13}]$$

где:

\dot{V}_B : необходимый объёмный расход воздуха для горения в м³/ч;

\dot{m}_B : часовой расход твёрдого топлива в кг/ч;

\dot{Q}_N : указанная производителем номинальная мощность в кВт;

12.3.5 Условная тепловая мощность

В зависимости от предусмотренного режима эксплуатации (открытый или закрытый) и строительного типа следует различать:

При установке декоративного газового огня газа в камине, который предназначен для открытой эксплуатации или который не имеет топочной дверцы, условная номинальная мощность должна быть принята равной 225 кВт на м² площади топочного отверстия при условии, что в помещении, где установлен камин, в квартире или используемом помещении в целом, нет других источников тепла.

12.3.5.1 Каминь, эксплуатироваемые как открытые

Для каминь, эксплуатироваемых как открытые, в случае, если они используются в качестве единственного источника тепла в помещении, где установлены, или связанных с ним помещениях:

$$P_{LF} = 255 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \cdot A_F \quad [\text{уравнение 12.14}]$$

где:

P_{LF} : условная тепловая мощность в кВт;

A_F : площадь поперечного сечения топочного отверстия в м²

Для каминь, эксплуатироваемых как открытые, в случае, если вместе с ними в помещении, где они установлены, или связанных с ним помещениях, установлены другие источники тепла:

$$P_{LF} = 340 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \cdot A_F \quad [\text{уравнение 12.15}]$$

где:

P_{LF} : условная тепловая мощность в кВт;

A_F : площадь поперечного сечения топочного отверстия в м²

12.3.5.2 Каминные, эксплуатируемые как закрытые, закрытые каминные

Для каминных топок или каминных кассет на твёрдом топливе:

$$P_{LF} = 8 \frac{\text{кВт}}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B \quad \text{[уравнение 12.16]}$$

Для каминных топок или каминных кассет на газообразном топливе:

$$P_{LF} = \dot{Q}_N \quad \text{[уравнение 12.17]}$$

где:

P_{LF} : условная тепловая мощность в кВт

\dot{m}_B : часовой расход твёрдого топлива в кг/ч

\dot{Q}_N : указанная производителем номинальная мощность в кВт

13 Очаг

Для расчета и конструирования очагов действуют общие технические условия разделов

3. Материалы, строительные материалы и строительные компоненты
4. Конструкция, основные положения, общие требования
5. Подача воздуха для горения и
6. Огне- и теплозащита

13.1. Основополагающие требования

13.1.1 Строительные элементы, материалы

Если очаг оснащается строительными компонентами, транспортирующими воду, и эти компоненты заполняются и опорожняются не вручную, все материалы и средства безопасности должны соответствовать техническим условиям, изложенным в разделе 4.17.

Строительные компоненты из стали и чугуна, транспортирующие воду, которые должны заполняться и опорожняться вручную, и в которых не может возникнуть никакого давления (открытые ёмкости), должны соответствовать требованиям DIN EN 12 815, раздел 4.3.

При эксплуатации вытяжки над очагом или вытяжки, установленной в помещении, где размещён очаг, или вытяжки от одного из компонентов очага необходимо соблюдать технические условия федеральных строительных норм. Необходимо предусмотреть специальные меры для обеспечения достаточной плотности конструкции для предотвращения выхода продуктов сгорания или дымовых газов из соответствующих строительных компонентов.

13.1.2 Строительная высота, цоколь

Строительная высота варочной плиты очага (расстояние от чистого пола до верхней грани варочной плиты, равное рабочей высоте) должна соответствовать требованиям заказчика и рабочей высоте других компонентов кухни.

В частных домовладениях рабочая высота очага предусматривается от 88 см до 98 см. Рабочая высота должна быть не ниже 80 см и не выше 100 см. Рабочая высота варочной панели очага должна подходить к этим размерам.

Если иное не согласовано, или не может быть согласовано, то можно принять в качестве стандартной высоты $90 \text{ см} \pm 2 \text{ см}$.

Очаги, выполняемые вручную, могут устанавливаться на цоколе в виде кладки, могут изготавливаться отдельно стоящими с печным кафелем или оштукатуренными поверхностями. Они могут иметь опорную угловую раму, в качестве которой может использоваться металлическая опорная конструкция, не закрытая кладкой.

13.1.3 Дверцы топки и загрузочные отверстия

Дверцы топки и загрузочные отверстия должны быть выполнены так, чтобы исключить случайное открывание и обеспечить фиксированное закрывание.

Очаг должен иметь топочное отверстие с размерами по ширине не менее 160 мм, по высоте не менее 140 мм.

Дверные уплотнители должны быть выполнены или из металла (металл на металл) или из гибких, негорючих материалов.

Открытые дверцы не должны сужать проём топки и должны открываться не менее чем на 90°.

В конструкции дверцы допустимы отверстия для подачи воздуха на горение, предназначенные для ступенчатого изменения воздушного зазора. При этом должно быть исключено случайное открывание или закрывание этих отверстий, например, посредством стопора или защёлки.

13.1.4 Установка колосниковой решётки, летняя и зимняя эксплуатация.

Для очагов, предназначенных также для отопления, должна быть конструктивная возможность изменения расположения колосниковой решётки по высоте и глубине или изменения положения колосниковой решётки за счёт поддерживающих её упоров.

Металлические колосниковые решётки должны быть съёмными.

Очаги, которые предназначены также для сжигания брикетов бурового угля, должны иметь топку с колосниковой решёткой. Если предусмотрена эксплуатация только на дровах, топка может выполняться без колосниковой решётки.

Топки без колосниковых решёток обеспечиваются подходящими устройствами подачи воздуха на горение в топку (устанавливаемыми, например, снизу).

Колосники могут состоять из подходящих для этих целей керамических строительных материалов. Требования к их свободному сечению и расположению действуют те же, что и для металлических колосниковых решёток.

При нижнем расположении колосниковой решётки (зимний режим эксплуатации, полное горение) высота топки от верхней грани колосниковой решётки или пода топки до нижней грани варочной плиты должна составлять минимум 30 см, при верхнем расположении колосниковой решётки (летний режим, частичное горение) расстояние от верхней грани решётки или пода топки до нижней грани варочной плиты должно быть максимум 23 см.

13.1.5 Варочная поверхность и варочная плита

Варочная поверхность должна содержать варочную панель из металла или керамики/керамического стекла. Варочная поверхность состоит из варочной панели и окантовочной плиты, при необходимости также из уголка и штанги.

Варочная панель может содержать варочные крышки с отверстием, кольцевые крышки или полностью открытые отверстия. Подходящий инструмент для отверстий должен в этих случаях поставляться вместе с плитой.

Необходимые пазы и зазоры для линейного расширения в плите имеют функциональное назначение и не относятся к недопустимым неплотностям.

Место укладки варочной панели в окантовочную плиту должно уплотняться гибким негорючим материалом, например, уплотнительными шнурами.

Поверхность варочной панели должна располагаться на одном уровне с окантовочной плитой, опора в течение длительного периода должна давать возможность необходимых смещений, возникающих вследствие термических нагрузок.

Варочные плиты могут омываться огнём напрямую или опосредованно через дополнительную плиту. Эти плиты могут быть выполнены из керамических или металлических строительных материалов.

Варочная плита должна быть съёмной.

Настоящие Технические Правила не относят варочную поверхность/варочную плиту к активным поверхностям нагрева (они не предназначены для отдачи тепла в первую очередь).

13.1.6 Духовка/пластина для выпечки, дверцы

Каждая духовка/пластина для выпечки (противень) должны иметь не менее одного устройства для установки. Они должны быть выполнены таким образом, чтобы задвинутый лист был наклонен не более чем на 10° по вертикали. Иные решения могут быть реализованы по согласованию с заказчиком.

Нижний угол полностью открытой дверцы может иметь отклонение от вертикали от 85° до 95°.

Устройства фиксации и открывания дверцы печи должны отвечать предназначению и нагрузкам. Она должны подходить для установки форм для выпечки и жарки.

Дверцы печей для выпечки и жарки, открывающиеся в сторону, в полностью открытом состоянии не должны сужать внутреннее пространство и должны открываться не менее чем на 90°.

13.1.7 Технические условия выполнения конструкции

Минимальная ширина или высота канала из соображений удобства чистки и предотвращения преждевременного зарастания сажей должна составлять не менее 50 мм.

Расстояние между нижней гранью варочной плиты и нижележащими конструкциями такими как духовки/жарочные шкафы или стенки каналов продуктов сгорания с большими поверхностями должно быть не менее 60 мм и не более 100 мм.

Требуемая толщина материала:

стенки топки:		не менее 50 мм + 40 мм керамика
Промежуточные перекрытия: для варочной панели непрямого нагрева: или:		не менее 20 мм керамика, 1,5 мм лист металла
Топка с металлическими компонентами:		не менее 50 мм керамика + 2 мм лист металла
Варочная плита	из стали: из нержавеющей стали: из чугуна:	DIN EN 12815
особые встраиваемые	из стали: из нержавеющей стали:	лист металла не менее 2 мм лист металла не менее 1,5 мм
съёмные металлические элементы:		лист металла не менее 1,5 мм
Стенки каналов в области очага: или:		не менее 40 мм + 20 мм керамика не менее 40 мм керамика + 2 мм лист металла
Стенки 1-го канала после топки при переключении каналов стенки между каналами:		не менее 40 мм + 40 мм керамика листовой металл не менее 2 мм

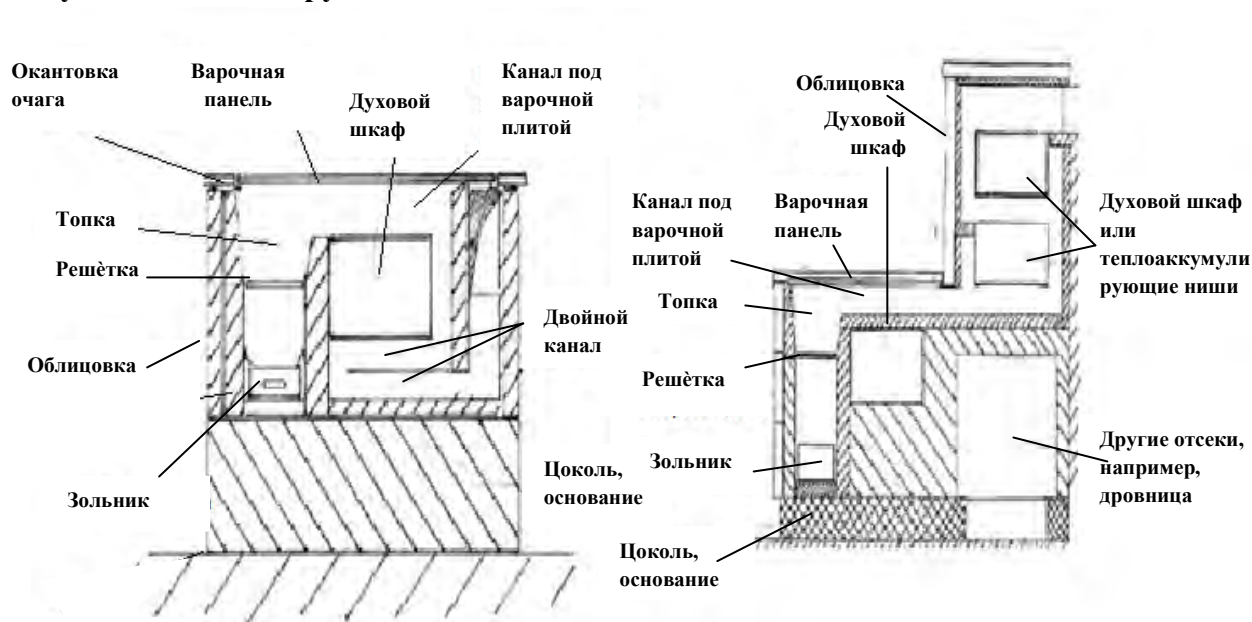
Если металлические встраиваемые компоненты, такие как духовки/жарочные шкафы, расположены рядом с топкой, они должны быть облицованы защитным слоем (форшубом) соответствующей толщины (смотрите данные выше).

Этот защитный слой (форшуб) должен превышать металлические строительные элементы на 2-5 мм для защиты их внешних граней (более высокий форшуб затруднит очистку).

Окантовка очага должна быть прочно соединена с корпусом печи или металлическим строительным каркасом, например, резьбовыми шпильками. При этом должны быть приняты во внимание термические удлинения. Окантовка очага должна быть хорошо закреплена по всей ширине с нижней стороны.

13.1.8 Прокладка каналов

Рисунок 13.1: Конструкция печи



Двойной канал

Два противоточных лежащих канала, чаще всего расположенных друг под другом под духовкой/жарочным шкафом.

Напольный или заглублённый канал

лежащий канал, расположенный в полу под очагом.

Хвостовой канал

Восходящий или нисходящий хвостовой канал в области задней стенки духового/жарочного шкафа. Его выполнение в виде вертикального восходящего канала имеет то преимущество, что позади варочной поверхности остаётся достаточно глубокая область, которая может быть нагрета на высоту одной или нескольких плит кафеля.

Спиральный или круглый канал

Канал продуктов сгорания в конструкции очага с бойлером, который начинается под бойлером, и охватывает всю его поверхность.

Канал под варочной плитой

Канал под варочной плитой, при необходимости идущий над духовкой/ жарочным шкафом.

Круговой канал

Канал вокруг духовки/жарочного шкафа.

Последний канал перед подключением к соединительному элементу должен иметь обтекаемую форму, чтобы уменьшить потери давления и минимизировать требуемую тягу.

13.1.9 Прочие приспособления и встраиваемые элементы

Решётка для ревизионного отверстия

Встроенный тонкостенный элемент, часто выполненный из листового металла, который может выниматься из соответствующего ревизионного отверстия для очистки конструкции.

Ревизионные дверцы

Ревизионные отверстия с крышками, закрепляемыми при помощи шарниров или защёлки.

Ёмкость для воды

Строительный компонент в виде ёмкости для подогрева воды, не находящийся под давлением, который наполняется и опустошается вручную.

Сосуд высокого давления

Закрытая встроенная ёмкость для нагрева воды.

Теплоаккумулирующая поверхность

Определенная поверхность, на которой устанавливается требуемая температура, необходимая только для нагрева, а не использования для приготовления пищи. Такие поверхности могут быть выполнены из металла или керамики.

Подогреватель для тарелок, отсек для тарелок

Отсек, предназначенный только для этой цели.

Отсек для полотенец

Отсек с одной или несколькими штангами для сушки полотенец, в котором недопустимо повышение температуры выше 85°C.

Зазоры, шахты активного проветривания

например, различные зазоры, примыкающие к пристроенным или встроенным шкафам, чаще всего с перекрытиями и распорными элементами, которые обеспечивают свободное проветривание этих шахт. Для них действуют требования к активному проветриванию раздела 6.5.

13.1.10 Функциональные свойства

13.1.10.1 Время разогрева и пригодность для варки

Подогрев 2 л воды от температуры 20° С до 95° С возможен в течение 20 минут при предписанном режиме эксплуатации с применением заданного топлива.

Затем вода может использоваться для приготовления пищи.

13.1.10.2 Пригодность для выпечки и жарки

В духовках или шкафах для жарки в зависимости от условий эксплуатации в соответствии с их назначением должна быть обеспечена средняя температура в течение часа порядка 230°C.

Это средняя температура из средних температур соответственно в центре духовки, температуры пола, перекрытия, боковых и задней стенки. Конкретные температуры в разных частях духовки не должны различаться более чем на 50°C.

13.1.10.3 Отопительная мощность, мощность ГВС.

Потребность в отопительной мощности и мощности на подогрев воды должны задаваться техническими условиями заказчика и рассчитываться с учётом предусмотренной нагрузки на приготовление пищи (варку, выпечку, жарку), и подогрев воды.

Часть тепловой мощности, которая служит для обогрева помещений, должна быть согласована с заказчиком или рассчитана по разделу 4.2. При этом необходимо обратить внимание на возможный перегрев помещения за счёт тепла, поступающего в помещение от варочной поверхности, духовки/жарочного шкафа.

При наличии устройств отключения или переключения потоков к варочной плите, духовке/жарочному шкафу и т.д. допускается принимать во внимание только мощности, заданные техническими условиями. При необходимости одновременного нагрева нескольких устройств, входящих в состав очага, тепловая мощность каждого устройства должна быть определена отдельно (например, для очага с развитыми поверхностями нагрева и варочной плитой).

13.2 Расчёт

13.2.1 Основные положения

Расчёт очага охватывает определение размеров функциональных составных компонентов и каналов.

Если очаг дополнительно к своим каналам имеет другие керамические каналы для продуктов сгорания (например, очаг с развитыми поверхностями), то они также являются частью расчёта, который включает в себя определение минимальной и максимальной длины канала, его среднего поперечного сечения, а также, при уменьшающемся сечении канала, расчёт первого и последнего каналов.

В результате расчёта должны быть определены аэродинамические и теплотехнические показатели.

Основой для расчёта являются технические условия заказчика с учётом:

- Цели использования и их значимости: варка, выпечка, жарка, отопление, подогрев воды.
- Интенсивность использования: домашнее использование, предприятие, гостиница, размер кухни по количеству еды
- Размер варочной плиты по количеству приготавливаемой еды, по желаемой форме и размерам предоставляемых рабочих мест и установочной площади
- Размер духовки/жарочного шкафа по количеству и типу блюд, типу используемой посуды и пожеланий заказчика по поверхности и форме
- Размер и вместимость ёмкостей для воды, заполняемых и опорожняемых вручную в зависимости от потребности в горячей воде и пожеланий заказчика по месту установки и форме.

13.2.2 Расчёт топки и каналов

Каналы продуктов сгорания очага - это специальные каналы, требующиеся для функциональных особенностей очага. Эти каналы отличаются специфической формой, конструкцией и размерами.

Размеры каналов очага должны определяться в соответствии с разделом 15:

13.2.2.1 Площадь колосниковой решётки

Исходя из размеров варочной плиты следует определять необходимую площадь колосниковой решётки между верхней ($A_{Rost,min}$) и нижней границей ($A_{Rost,max}$):

$$A_{Rost,min} = 0,08 \cdot A_{Kochplatte} \quad [\text{уравнение 13.1}]$$

$$A_{Rost,max} = 0,14 \cdot A_{Kochplatte} \quad [\text{уравнение 13.2}]$$

Исходя из расхода топлива площадь колосниковой решётки определяют по площади горения:

$$A_{Rost,min} = \dot{m}_B \cdot 100 \quad [\text{уравнение 13.3}]$$

$$A_{Rost,max} = \dot{m}_B \cdot 150$$

[уравнение 13.4]

где:

$A_{Rost,min}$: минимальная площадь решётки в $см^2$

$A_{Rost,max}$: максимальная площадь решётки в $см^2$

$A_{Kochplatte}$: площадь варочной плиты в $см^2$

\dot{m}_B : расход топлива в $кг/ч$

13.2.2.3 Канал под варочной плитой

Исходя из площади колосниковой решётки, определяют размер канала под варочной плитой (1-й канал):

$$A_{Z,Kochplatte} = 0,8 \cdot A_{Rost} \quad [\text{уравнение 13.5}]$$

где:

$A_{Z,Kochplatte}$: площадь поперечного сечения канала под варочной плитой в $см^2$

A_{Rost} : фактическая или выбранная площадь колосниковой решётки в $см^2$

Разница не должна составлять более 10 % от расчётного сечения газохода.

13.2.2.3 Последующие каналы

Последний канал очага рассчитывается исходя из площади решётки, где:

$$A_{Z,letzte} = 0,4 \cdot A_{Rost} \quad [\text{уравнение 13.6}]$$

где:

$A_{Z,letzte}$: площадь поперечного сечения последнего канала в $см^2$

A_{Rost} : фактическая или выбранная площадь решётки в $см^2$

Поперечное сечение каналов, расположенных между первым и последним каналами продуктов сгорания, должно быть уменьшающимся.

Лежащие каналы можно увеличивать не более чем на 10%.

Допустимо отклонение поперечного сечения от расчетного на 10%.

13.2.2.4 Размеры колосниковой решётки и высота топки очага с бойлером

Размер колосниковой решётки очага с бойлером в зависимости от внешней поверхности бойлера рассчитывается в следующих верхней и нижней границах:

$$A_{\text{Rost,min}} = 0,04 \cdot A_{\text{Kessel}} \quad [\text{уравнение 13.7}]$$

$$A_{\text{Rost,max}} = 0,06 \cdot A_{\text{Kessel}} \quad [\text{уравнение 13.8}]$$

где:

$A_{\text{Rost,min}}$: минимальная площадь решётки в см²

$A_{\text{Rost,max}}$: максимальная площадь решётки в см²

A_{Kessel} : общая площадь бойлера, находящегося в топке или площадь, омываемая пламенем в см²

Зазор между решёткой и нижним кантом бойлера должен составлять от 18 до 32 см.

13.2.3 Определение мощности

13.2.3.1 Общая требуемая мощность

Общая требуемая мощность очага \dot{Q}_H определяется по сумме мощностей строительных компонентов, предусмотренных конструкцией:

Варочная плита прямого нагрева:

из металла:	8,0 кВт/м ² поверхности плиты
из керамического стекла:	8,0 кВт с м ² поверхности плиты

Варочная плита не прямого нагрева:

из металла:	6,5 кВт/м ² поверхности плиты
из керамического стекла:	5,0 кВт с м ² поверхности плиты

Боковые поверхности очага:

0,8 кВт с м ² в области топки
0,5 кВт с м ² в области каналов

металлический фронт:

3,6 кВт с м²

от обогреваемых шкафов, а также дверцы топки

Духовка/ жарочный шкаф

3,6 кВт с м² внутренней поверхности, омываемой продуктами сгорания

Активные поверхности:	от 0,5 до 0,7 кВт с м ² поверхности при наличии последующих поверхностей нагрева (средний строительный тип, сохранение тепла 5 ч и более)
	от 0,7 до 0,9 кВт с м ² поверхности при наличии последующих поверхностей нагрева (лёгкий строительный тип, сохранение тепла менее 5 ч)
Ёмкость для воды:	0,06 кВт на литр
Смеситель:	1,2 кВт на каждый кВт требуемой мощности по воде
Бойлер: (для очага с бойлером):	0,08 кВт на литр

Расчёт основан на том, что мощность может вырабатываться только в период сжигания топлива. Мощности, необходимые для отопления, выпечки, жарки и варки, не включаются в мощность сохранения тепла.

13.2.3.2 Расход топлива

Расход топлива рассчитывается по следующему уравнению, при различных режимах эксплуатации, которые могут возникать при переключении или отключении отдельных участков, расход топлива определяется в соответствии с требуемой производительностью.

$$\dot{m}_B = \frac{\dot{Q}_H}{H_U \cdot \eta \cdot \alpha} \quad [\text{уравнение 13.9}]$$

где:

- \dot{Q}_H : общая требуемая мощность очага (в выбранном режиме эксплуатации или функции настройки)
- \dot{m}_B : расход топлива (кг/ч) для общей требуемой мощности
- H_U : низшая теплотворная способность топлива (кВт·ч/кг)
- η : коэффициент полезного действия КПД очага $\eta = 0,75$
- α : коэффициент, учитывающий распределение тепла, разогрев, охлаждение теплоаккумулирующей массы внутри конструкции $\alpha=0,8$

13.2.3.3 Номинальная мощность.

Номинальная мощность очага – это общая требуемая мощность \dot{Q}_H

13.2.4 Тепловая мощность очага для обогрева помещения

Очаг в зависимости от его строительного типа отдаёт часть выработанного тепла в помещение. Мощность, затрачиваемую на обогрев помещения, определяют в зависимости от единичной мощности строительных компонентов:

Варочная панель прямого нагрева	4,0 кВт с м ² поверхности плиты
Варочная панель непрямого нагрева	2,5 кВт с м ² поверхности плиты

Боковые поверхности очага:	0,8 кВт с м ² в топке 0,5 кВт с м ² в канале
металлические поверхности: нагреваемых отсеков, а также дверца топки	2,5 кВт с м ²
духовка/шкаф для жарки:	2,5 кВт с м ² фронтальной поверхности
активных поверхностей:	0,5 - 0,7 кВт с м ² поверхности с последующими поверхностями нагрева (средний строительный тип, сохранение тепла 5 ч или более) 0,7 - 0,9 кВт с м ² поверхности с последующими поверхностями нагрева (средний строительный тип, сохранение тепла менее 5 ч)

13.3 Теплотехнический расчёт

Для технической документации и проведения расчёта используются следующие теплотехнические характеристики

Температура дымовых газов	ϑ_w	в °C
Требуемая тяга	P_{ze}	в Па
Массовый поток дымовых газов	\dot{m}	в г/с
Требуемый объёмный расход воздуха для горения	\dot{V}	в м ³ /ч
Удельная тепловая мощность	P_{LF}	в кВт

Каждая из характеристик определяется следующим образом:

13.3.1 Температура дымовых газов

Расчетная температура дымовых газов очага:

$$\vartheta_w = 180 \text{ °C}$$

Для определения размеров и обеспечения функционирования конструкции для удаления дымовых газов температуру на входе в дымовую трубу принимают ориентировочно.

При необходимости получения точных числовых значений температура дымовых газов может определяться по соответствующей методике расчёта.

Фактические температуры дымовых газов во время фазы горения топлива в очаге могут быть значительно выше.

Для создания конструкции, безопасной с точки зрения пожарной безопасности, температура дымовых газов для расчёта и подбора соединительных элементов и конструкций для удаления дымовых газов должна приниматься

$$\vartheta_{W, \max} \leq 400 \text{ °C}.$$

13.3.2 Требуемая тяга

$$P_{Ze} = P_w + P_{HGZ} + P_B + P_{FV} \quad \text{[уравнение 13.10]}$$

где:

P_{Ze} : требуемая общая тяга источника тепла, включая подачу воздуха для горения и соединительные элементы в Па

P_w : требуемая тяга очага. Она складывается из требуемой тяги на входе в дверцу, требуемой тяги топки, а также требуемой тяги каналов очага:

$$P_w = P_{Tür} + P_{Brennraum} + P_{Herdzüge} \quad \text{[уравнение 13.11]}$$

Требуемая тяга на входе в дверцу задаётся производителем.

Требуемая тяга топок традиционного для очагов исполнения, которые заканчиваются прямо под плитой очага, составляет 1 Па, при поворотах внутри топки равна 3 Па..

Если используется топка заводского изготовления, то соответствующие данные должны быть предоставлены производителем.

Требуемая тяга в каналах очага в Па должна определяться по разделу 15.3.4.

P_{HGZ} : требуемая тяга в дополнительных керамических каналах продуктов сгорания очага в Па должна рассчитываться или определяться по разделу 15.3.4

P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) каналов подачи воздуха на горение, или каналов подачи воздуха на горение с требуемым разрежением. Расчёт каналов выполняют по разделу 5.2 или по соответствующей таблице 19.8.

При подаче воздуха на горение непосредственно из помещения, где установлен источник тепла, величина чётко определена: $P_B=4$ Па

P_{FV} : требуемая тяга соединительного элемента в Па, при необходимости выполнить детальный расчёт или использовать диаграмму 7.5

13.3.3 Массовый поток дымовых газов

13.3.3.1 Для отопительно-варочных печей с очагом ручной сборки

$$\dot{m} = a_m \cdot \dot{m}_B \quad \text{[уравнение 13.12]}$$

где:

\dot{m} : массовый поток дымовых газов в г/с

a_m : удельный коэффициент для массового потока дымовых газов

в зависимости от типа топлива и коэффициента избытка воздуха

$$a_m = 3,65 \frac{\text{г/с}}{\text{кг/ч}}$$

топливо: дрова, коэффициент избытка воздуха 2,4
например, для подачи воздуха
с электронным регулированием

$$a_m = 4,13 \frac{\text{г/с}}{\text{кг/ч}}$$

топливо: дрова, коэффициент избытка воздуха 2,8
например, при соответствующей настройке
внутри дверцы.

$$a_m = 4,72 \frac{\text{г/с}}{\text{кг/ч}}$$

топливо: дрова, коэффициент избытка воздуха 3..2
например, при открытой дверце топки

$$a_m = 3,16 \frac{\text{г/с}}{\text{кг/ч}}$$

топливо: бурый уголь, коэффициент избытка воздуха 1,5,
например, при электронном регулировании
подачи воздуха

$$a_m = 4,11 \frac{\text{г/с}}{\text{кг/ч}}$$

топливо: бурый уголь, коэффициент избытка воздуха 2,0,
например, при соответствующих
настройках внутри дверцы.

\dot{m}_B : часовой расход топлива, количество топлива в кг/ч

13.3.3.2 Для очага-обогревателя с развитой поверхностью нагрева и очагом заводского изготовления.

\dot{m} : массовый поток дымовых газов в г/с, данные производителя очага для соответствующего строительного типа и для эксплуатации очага в режиме с развитыми поверхностями.

13.3.4 Необходимый объёмный расход воздуха для горения

$$\dot{V}_B = 12,5 \frac{\text{м}^3}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B$$

[уравнение 13.13]

Примечание: близкое к расчётному, примерное соотношение массового потока воздуха на горение к дымовым газам составляет $\beta = 0,9$. В том случае, если производитель не даёт расхода топлива (кг/ч), можно принять приблизительно, что объёмный расход воздуха на горение (м³/ч) в три раза превышает массовый поток дымовых газов (г/с).

где:

\dot{V}_B : необходимый объёмный расход воздуха на горение в м³/ч

\dot{m}_B : часовой расход топлива, количество топлива в кг/ч

13.3.5 Условная тепловая мощность

$$P_{LF} = 8 \frac{\text{кВт}}{\text{кг/ч}} \dot{m}_B$$

[уравнение 13.14]

где:

P_{LF} : условная тепловая мощность в кВт

\dot{m}_B : часовой расход топлива, количество топлива в кг/ч

14 Хлебопекарные печи

Для расчета и конструирования хлебопекарных печей действуют общие технические условия разделов

3. Материалы, строительные материалы и строительные компоненты
4. Конструкция, основные положения, общие требования
5. Подача воздуха для горения и
6. Огне- и теплозащита

14.1 Основополагающие требования

14.1.1 Классификация

Хлебопекарные печи в зависимости от процесса сжигания топлива в них различаются на теплоаккумулирующие хлебопекарные печи прямого и непрямого нагрева, а также хлебопекарные печи постоянного горения.

Рисунок 14.1: Конструкция теплоаккумулирующей хлебопекарной печи

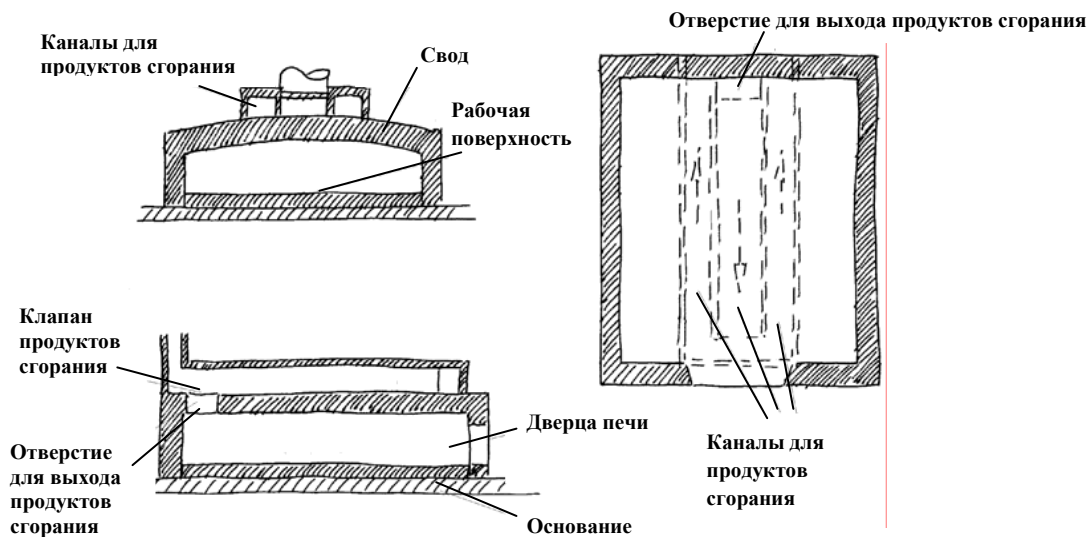
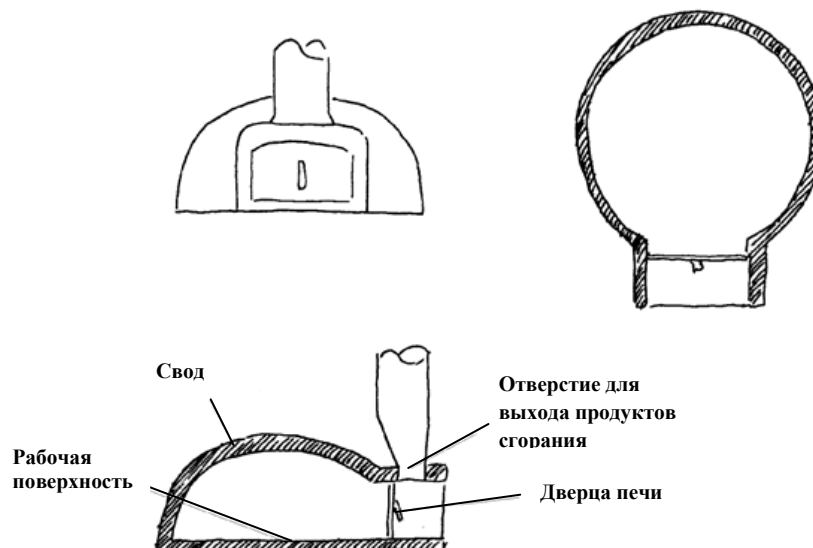


Рисунок 14.2: Конструкция хлебопекарной печи с постоянным горением топлива



14.1.1.1 Теплоаккумулирующие хлебопекарные печи

В теплоаккумулирующих хлебопекарных печах во время приготовления пищи огонь не горит, необходимое количество тепла должно быть сохранено в строительном материале печи.

В теплоаккумулирующих хлебопекарных печах прямого нагрева (так называемых очищаемых печах) топливо сжигается в печи/топке непосредственно перед началом процесса приготовления пищи. После того, как топливо сгорело, раскаленные угли и пепел надо убрать.

Теплоаккумулирующие хлебопекарные печи непрямого нагрева имеют топку, расположенную рядом или снизу, при этом нет необходимости в очистке топки перед началом приготовления пищи от остатков углей и пепла. Продукты сгорания проходят через духовой шкаф.

14.1.1.2 Хлебопекарные печи постоянного нагрева, хлебопекарные печи для пиццы

В хлебопекарных печах постоянного нагрева, печах для пиццы, топливо сжигается непосредственно на рабочей поверхности в топке или рядом с этой поверхностью. Во время процесса приготовления пищи большая часть пространства печи используется для выпечки, жарки и т.д., по бокам или рядом со стенками хлебопекарной печи поддерживается огонь.

14.1.1.3 Хлебопекарные печи, нагреваемые электричеством или газом

Хлебопекарные печи, которые нагреваются за счёт электроэнергии, или газообразного топлива, должны соответствовать особым положениям использования электрических приборов.

14.1.2 Своды топок хлебопекарных печей

Своды хлебопекарных печей должны быть самонесущими конструкциями, выполненными без дополнительных вспомогательных конструкций. Свод может иметь круглую или эллиптическую форму. Конструкция свода должна быть в состоянии воспринимать все колебания, связанные с линейным удлинением. Внутри свода находятся рабочие поверхности с нижележащим выравнивающим слоем.

Свод хлебопекарной печи может быть выполнен в виде туннеля или крестового свода, иметь круглую или продольно-овальную форму.

Толщина слоёв построенных сводов составляет от 12 см (кладка из клиновидных камней) до 25 см (так называемый свод или арочный камень). В качестве камней для кладки сводов камни нормального или особого формата, клиновидные камни, сводчатые камни.

Шамотные материалы для рабочей поверхности и для свода должны иметь по возможности одинаковые физические свойства в отношении аккумуляции тепла и теплового излучения.

Сводчатые пролёты над поверхностями шириной более 150 см по соображениям статики должны выполняться только со сводами толщиной 24 или 25 см.

Вся конструкция свода теплоаккумулирующей хлебопекарной печи вместе с необходимыми теплоизоляционными слоями или подсыпкой, должна быть в состоянии обеспечить время выпечки от одного до трёх часов с достаточной или желаемой температурой.

Кладку или облицовку хлебопекарной печи с туннельными сводами, чей вес и сосредоточенная нагрузка действуют вниз, недопустимо укладывать прямо на своды, они должны оставлять сводам возможность удлинения.

В хлебопекарной печи с гладкими крестовыми сводами, чей вес и сосредоточенная нагрузка распределены по сторонам, и которые собираются из массивных камней с соответствующими креплениями, допускается между кладкой и сводами не предусматривать промежуточного эластичного слоя.

14.1.3 Поверхность пода хлебопекарных печей

Рабочая поверхность хлебопекарных печей должна быть достаточно ровной, она может быть составлена из отдельных камней или полностью отлитой. Минимальная толщина рабочей поверхности составляет 50 мм.

Под рабочей поверхностью необходимо предусмотреть использование теплостойкого выравнивающего слоя с небольшим тепловым линейным удлинением (к примеру, кварцевый песок размером менее 4 мм или шамотный порошок).

Рабочие поверхности укладываются свободно, недопустимо устанавливать на них сверху другие конструкции, особенно своды. Должна быть предусмотрена возможность достаточного линейного удлинения.

Рабочая поверхность должна иметь небольшой наклон в сторону дверцы от 2% до 4%.

14.1.4 Дверца, клапан, зольник, каналы хлебопекарных печей

Дверца хлебопекарной печи и шибер дымовых газов теплоаккумулирующих хлебопекарных печей должны надёжно запираются. Они должны быть сконструированы таким образом, чтобы обеспечивать плотное закрытие печи при долговременных воздействиях температуры.

Шибер дымовых газов должен быть регулируемым непрерывно. Отверстие шибера должно иметь поперечное сечение минимум 15x15 см.

Шибер необходимо устанавливать прямо в точке выхода продуктов сгорания из хлебопекарной печи/топки.

Отвод дымовых газов из хлебопекарной печи/топки должен быть выполнен в задней части хлебопекарной печи/топки. Продукты сгорания отводятся по каналам хлебопекарной печи над сводом вперёд, и попадают в сборный канал, от которого осуществляется подключение к конструкции для удаления дымовых газов через соответствующий соединительный элемент.

Каналы хлебопекарной печи в соответствии с разделом 3.4.1 должны быть установлены из керамических строительных материалов

14.2 Расчёт

14.2.1 Основные положения

При расчёте размеров хлебопекарной печи в основном определяются размеры камеры, в которой будет происходить приготовление пищи. Необходимо запроектировать также следующий далее короткий канал для продуктов сгорания и соединительный элемент.

Должно быть проведено определение теплотехнических характеристик.

При расчёте теплоаккумулирующей хлебопекарной печи необходимо учитывать количество высвобождающейся энергии, которая необходима для обеспечения достаточно постоянной температуры во время процесса приготовления пищи или желаемого температурного процесса. Исходными условиями для расчёта должны быть продолжительность приготовления пищи, уровень температур и теплоаккумулирующая масса хлебопекарной печи.

При расчёте хлебопекарной печи постоянного нагрева необходимо исходить из требуемого расхода топлива. Предварительный нагрев хлебопекарных печей такого типа происходит при помощи небольшого расхода топлива.

14.2.2. Хлебопекарные печи и теплоаккумулирующая масса

Высота духовки теплоаккумулирующей хлебопекарной печи составляет, как правило,

минимум 25 см

или

максимум 45 см.

Другие высоты возможны по согласованию с заказчиком в зависимости от целей использования. Выбранные высоты должны в разумной степени соответствовать расходу топлива, чтобы могло быть обеспечено желаемое функционирование хлебопекарной печи.

Размер рабочей поверхности определяется типом и количеством выпекаемых изделий.

В зависимости от используемого материала для рабочей поверхности и свода должна быть определена теплоаккумулирующая масса. В ней должны быть учтены соответствующие массы используемых камней рабочей поверхности и сводов. Аккумулирующая масса определяется в зависимости от используемого отделочного материала для поверхности выпечки и свода. Для этого надо умножить соответствующую массу используемых кирпичей поверхности выпечки и свода.

Количество топлива, необходимое для аккумуляции тепла, рассчитывается по общей аккумулялирующей массе:

Требуемое количество тепла на 100 кг теплоаккумулирующей массы при температуре от 300 °С:

для стандартного печного шамота: $q_{sp} = 7,5 \frac{кВтч}{100кг}$ [уравнение 14.1]

где:

q_{sp} : условное теплосодержание для 100 кг стандартного печного шамота

14.2.3. Расход топлива

14.2.3.1. Для теплоаккумулирующих хлебопекарных печей

Требуемое количество топлива для теплоаккумулирующей хлебопекарной печи должно быть определено по периоду разогрева:

$$\dot{m}_B = \frac{m_{sp} \cdot f_d \cdot f_{Gew}}{\eta \cdot H_U \cdot tf} \quad \text{[уравнение 14.2]}$$

где:

\dot{m}_B : расход топлива (дрова) в кг/ч

m_{sp} : общая масса аккумуляции тепла в кг

f_d : коэффициент аккумуляции тепла хлебопекарной печи, из диаграммы 14.1

f_{Gew} : коэффициент, определяемый в зависимости от строительного типа
 Для сводчатых конструкций с теплоизолированным выравнивающим слоем между сводом и кладкой = 1,0
 Для сводчатых конструкций без теплоизолированного выравнивающего слоя между сводом и кладкой $f_{Gew} = 1,25$

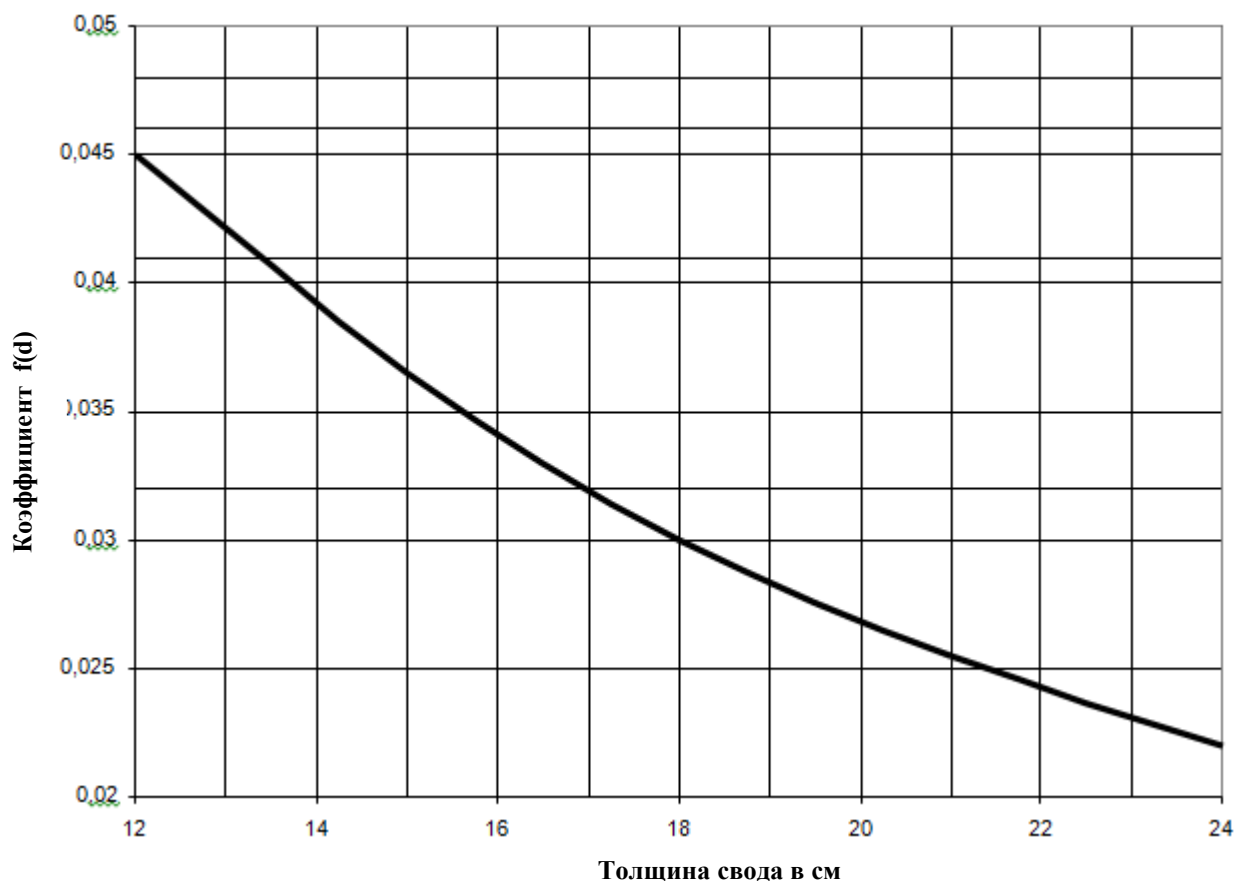
η : теплотехнический коэффициент полезного действия, с заданной величиной $\eta = 0,75$

H_U : теплотворная способность дров, принимаемая равной $H_U=4,0$ кВтч/кг

t_F : время сгорания дров в процессе нагрева

Диаграмма 14.1: Аккумуляция тепла в теплоаккумулирующих хлебопекарных печах

Аккумуляция тепла в теплоаккумулирующих хлебопекарных печах



14.2.3.2 Для хлебопекарных печей постоянного нагрева

Требуемый расход топлива для хлебопекарных печей постоянного нагрева определяют:

$$\dot{m}_B = \frac{m_{Sp} \cdot f_e \cdot T_{Br} \cdot A_{Bf}}{\eta \cdot H_u} \quad [\text{уравнение 14.3}]$$

где:

\dot{m}_B - расход топлива (дрова) в кг/ч

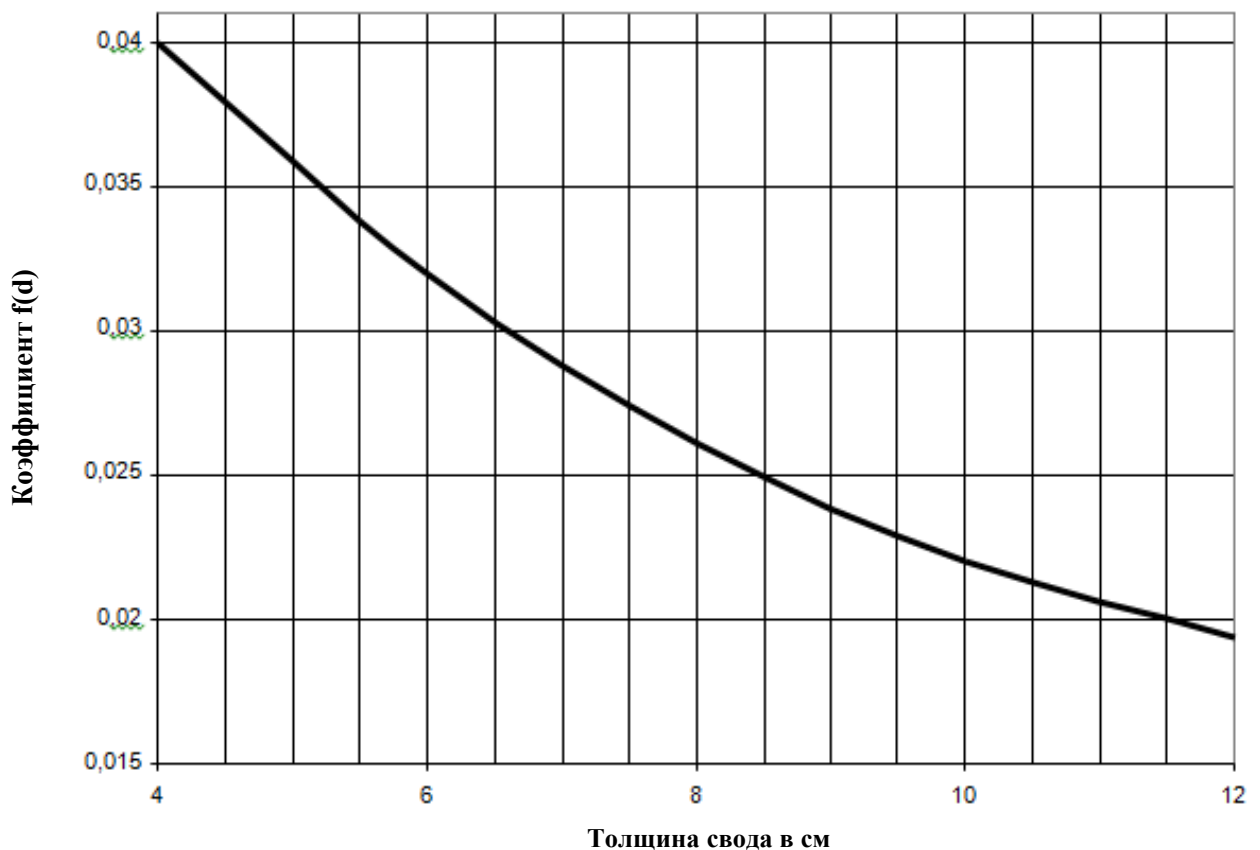
m_{Sp} - общая теплоаккумулирующая масса духового шкафа в кг

f_e - коэффициент аккумуляции тепла хлебопекарной печи постоянного нагрева, по диаграмме 14.2

- T_{Br} - средняя температура в хлебопекарной печи в °C
 A_{Bf} - общая рабочая поверхность в м²
 η - теплотехнический коэффициент полезного действия, с заданной величиной $\eta = 0,75$
 H_U : теплотворная способность дров, принимаемая равной $H_U = 4,0$ кВтч/кг

Диаграмма 14.2: Аккумуляция тепла в хлебопекарной печи постоянного нагрева

Аккумуляция тепла в хлебопекарной печи постоянного нагрева



14.2.1. Расчёт размеров каналов хлебопекарных печей

Длина каналов дымовых газов определяется в результате определения конструкции для отвода продуктов сгорания.

Минимальная толщина стенки канала составляет 6 см. Поперечное сечение каналов должно уменьшаться в направлении движения продуктов сгорания. Ориентировочные значения смотрите в таблице 14.1.

Таблица 14.1: Определение размеров каналов хлебопекарных печей

Рабочая поверхность в м ²	менее 0,8	от 0,8 до 2,4	более 2,4	Отклонение
на выходе из топки (ширина x высота)	1 канал 20 x 16 см	2 канала 20 x 16 см	3 канала 20 x 16 см	+/- 2 см
на входе в сборный канал (ширина x высота)	1 канал 15 x 16 см	2 канала 15 x 16 см	3 канала 15 x 16 см	+/- 2 см
Сборный канал (ширина x высота)	15x16 см	26 x 18 см	36 x 20 см	+/- 2 см

14.2. Теплотехнический расчёт

Для технической документации и проведения расчёта используются следующие теплотехнические характеристики

Температура дымовых газов	ϑ_W	в °С
Требуемая тяга	P_{Ze}	в Па
Массовый поток дымовых газов	\dot{m}	в г/с
Необходимый объём воздуха на горение	\dot{V}_B	в м ³ /ч
Условная тепловая мощность	P_{LF}	в кВт

Каждая из характеристик определяется следующим образом:

14.2.1. Температура дымовых газов

Расчётная температура дымовых газов для хлебопекарных печей:

$$\vartheta_W = 240^\circ\text{C}$$

Для определения размеров и для обеспечения функционирования конструкции для удаления дымовых газов температуру на входе в дымовую трубу принимают равной приблизительно 240 °С.

При необходимости получения точных числовых значений температура дымовых газов может определяться по соответствующей методике расчёта.

Фактические температуры дымовых газов во время фазы горения топлива в хлебопекарной печи могут быть значительно выше.

Для создания конструкции, безопасной с точки зрения пожарной безопасности, температура дымовых газов для расчёта и подбора соединительных элементов и конструкций для удаления дымовых газов должна приниматься равной $\vartheta_{W,max} \leq 400^\circ\text{C}$.

14.3.2 Требуемая тяга

$$P_{Ze} = P_{BR} + P_{HGZ} + P_B + P_{FV} \quad [\text{уравнение 14.4}]$$

где:

P_{Ze} : требуемая тяга источника тепла, включая систему подачи воздуха на горение и соединительный элемент, в Па

- P_{BR} : требуемая тяга топки. Она складывается из тяги на входе в дверцу и тяги самих сводов:

$$P_{BR} = P_{Tür} + P_{Backraum} \quad \text{[уравнение 14.5]}$$
 Если точные данные не предоставлены, то требуемую тягу для обычно используемых топок хлебопекарных печей без последующих поворотов или отражательных плит можно принять равной 5 Па.
 Если используется камера топки заводского изготовления, то соответствующие данные должны быть предоставлены производителем.
- P_{HGZ} : требуемая тяга в каналах продуктов сгорания хлебопекарной печи, для определения использовать раздел 15.3.4
- P_B : требуемое давление (сопротивление потоку) каналов подачи воздуха на горение, или каналов подачи воздуха на горение с требуемым разрежением. Расчет каналов выполняют по разделу 5.2 или по соответствующей таблице 19.8.
 При подаче воздуха на горение непосредственно из помещения, где установлен источник тепла, величина четко определена: $P_B=4$ Па
- P_{FV} : требуемая тяга соединительного элемента в Па, при необходимости выполнить детальный расчёт или использовать диаграмму 7.5

14.3.3 Массовый поток дымовых газов

$$\dot{m} = a_m \cdot \dot{m}_B \quad \text{[уравнение 14.6]}$$

где:

\dot{m} : массовый поток дымовых газов в г/с

a_m : удельный коэффициент для массового потока дымовых газов
 в зависимости от типа топлива и коэффициента избытка воздуха

$a_m = 4,13 \frac{\text{г/с}}{\text{кг/ч}}$: топливо: дрова, коэффициент избытка воздуха: 2,8
 к примеру, при соответствующей настройке
 внутри дверцы

$a_m = 4,72 \frac{\text{г/с}}{\text{кг/ч}}$: топливо: дрова, коэффициент избытка воздуха: 3,2
 к примеру, при открытой дверце топки

\dot{m}_B : часовой расход топлива, масса топлива в кг/ч

14.3.4 Необходимый объёмный расход воздуха для горения

$$\dot{V}_B = 12,5 \frac{\text{м}^3}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B \quad \text{[уравнение 14.7]}$$

Примечание: близкое к расчётному, примерное соотношение массового потока воздуха на горение к дымовым газам составляет $\beta = 0,9$.
 В том случае, если производитель не даёт расхода топлива (кг/ч), можно принять приблизительно, что объёмный расход воздуха на горение ($\text{м}^3/\text{ч}$) в три раза превышает массовый поток дымовых газов (г/с).

где:

\dot{V}_B : требуемый объёмный расход воздуха на горение в м³/ч
 \dot{m}_B : часовой расход твёрдого топлива в кг/ч

14.3.5 Условная тепловая мощность

$$P_{LF} = 8 \frac{\text{кВт}}{\text{кг/ч}} \cdot \dot{m}_B \quad [\text{уравнение 14.8}]$$

где:

P_{LF} : условная тепловая мощность в кВт
 \dot{m}_B : часовой расход твёрдого топлива в кг/ч

15 Расчёт керамических каналов для продуктов сгорания

15.1 Основные положения

Расчёт относится ко всем строительным типам источников тепла, подпадающих под действие настоящих Правил, за исключением очага-стола, очага-обогревателя, очага с бойлером, духовых шкафов.

Определяемые величины длины каналов и требуемой тяги действительны для керамической части каналов для продуктов сгорания, без трубы продуктов сгорания 1 и трубы продуктов сгорания 2.

Установка керамических каналов продуктов сгорания производится по данным производителя печной или каминной топки или очага-обогревателя с развитой поверхностью. Индивидуальное конструктивное исполнение каналов для продуктов сгорания (длина, поперечное сечение, потери давления, теплоотдача) для древесного топлива возможно при помощи разделов с 15.2 до 15.4, если производитель этого не исключает.

15.2 Расчёт при помощи диаграмм

По диаграммам в зависимости от массового потока дымовых газов определяют необходимое количество тепла, отдаваемое продуктами сгорания.

Диаграммы с 15.1 до 15.6

Максимальная длина и максимальное поперечное сечение системы каналов 1 и 2 определяется по диаграммам с 15.1 по 15.6.

Для системы каналов 1 (опускной канал и лежащие каналы) действуют диаграммы с 15.1 по 15.3, для системы каналов 2 (подъёмные и опускные каналы) - диаграммы с 15.4 по 15.6.

Поперечное сечение байпаса определяется по таблице 15.1.

Исходные данные этого способа определения параметров, данные производителя:

- массовый поток дымовых газов в г/с
- требуемая тяга печной или каминной топки в Па для эксплуатации с керамическими каналами для движения продуктов сгорания
- температура в штуцере в °С

Метод определения параметров для керамических каналов продуктов сгорания согласно этому разделу (15.2) может быть использован при следующих условиях:

- Температура на входе в дымовую трубу 180°С
- HGR1: $l_{max}=0,95$ м общая длина (HGR 1 – труба продуктов сгорания 1)
- HGR2: $l_{max}=0,5$ м общая длина (HGR2 – труба продуктов сгорания 2)
- Толщина: 4 см + 6 см кафель или 4 см + стальной лист
- Максимальное количество поворотов не более 13, или сумма местных сопротивлений каждого из поворотов на 90°, с учётом поворотов труб продуктов сгорания 1 и 2

При определении площади поперечного сечения каналов допустимы отклонения $\pm 10\%$.

Допускается увеличение длины канала, определённой при помощи диаграммы, максимум на 20%, при условии использования соответствующей теплоизоляции, которая согласно разделу 3.6 должна иметь толщину не менее 40 мм и располагается на стене, обращённой в сторону теплоаккумулирующей камеры.

Примечание: При отличающихся исходных условиях или желаемой отличающейся длине каналов для продуктов сгорания расчёт размеров должен быть проведён по упрощённой методике в соответствии с разделом 15.3 или проведён с использованием одной из расчётных программ (по разделу 15.4).

Рисунок 15.1: Описание, верхний отвод

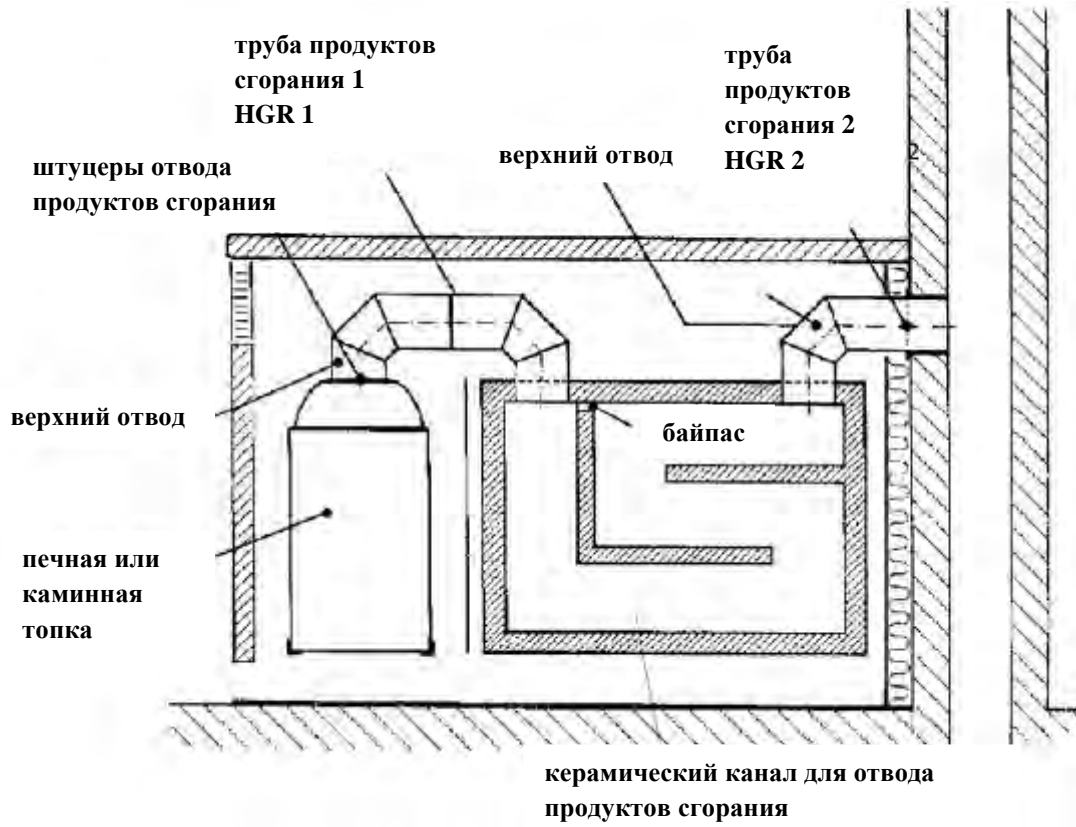


Рисунок 15.2: Описание, боковой отвод

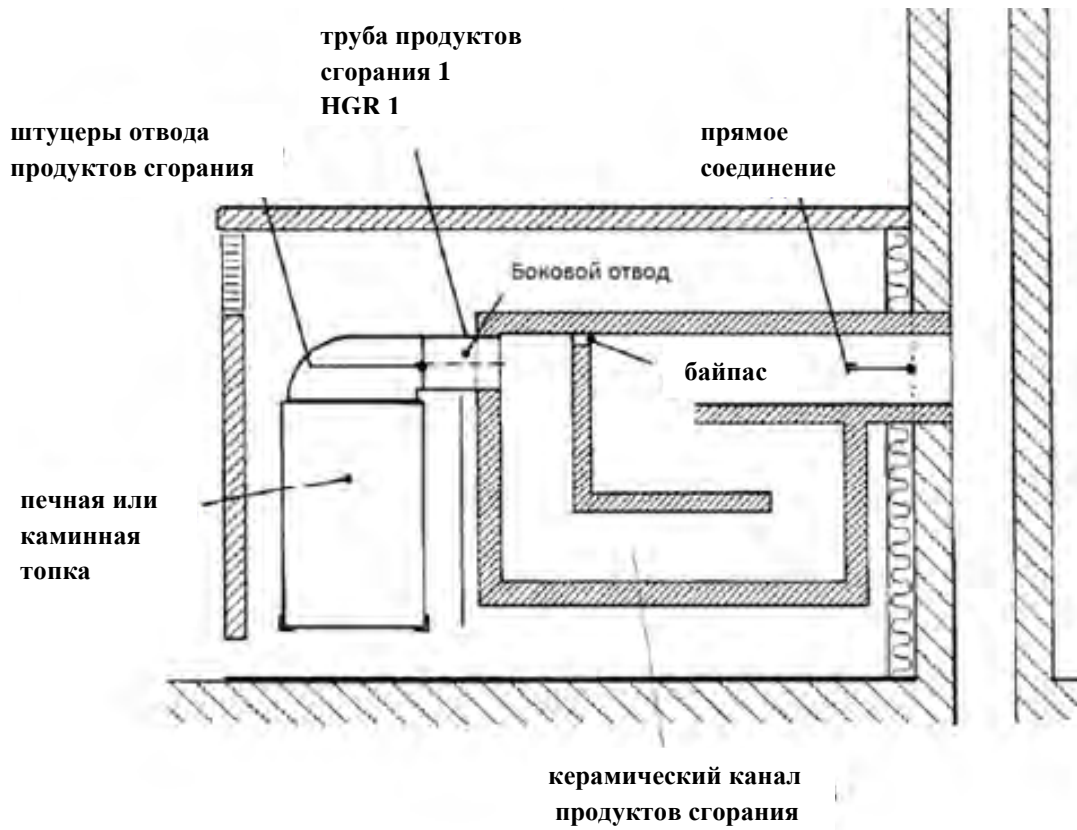
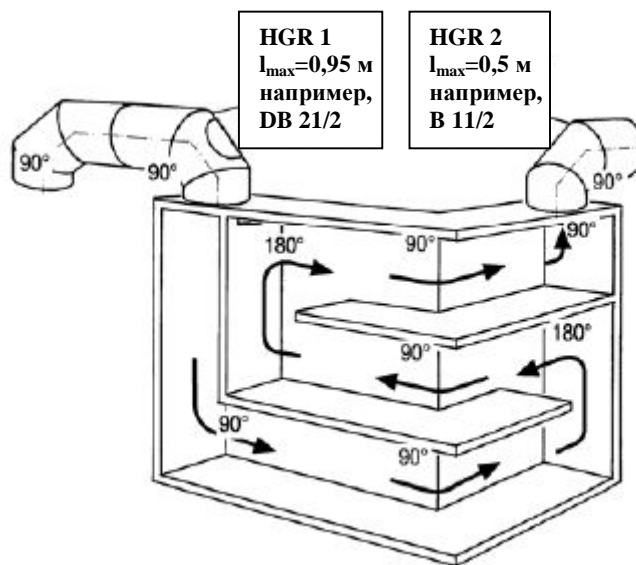


Рисунок 15.3: Система каналов продуктов сгорания 1

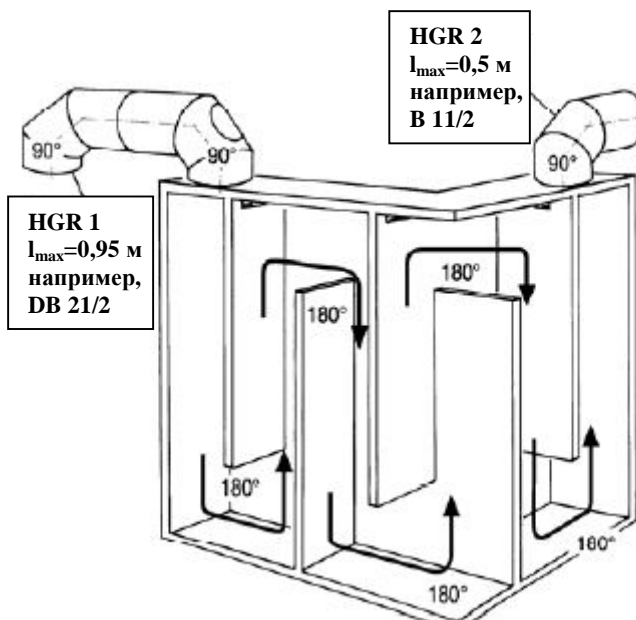


В лежащих (горизонтальных) каналах продуктов сгорания сумма все поворотов,

Максимальную длину канала продуктов сгорания, требуемую тягу и удельное поперечное сечение следует определять по диаграммам 15.1, 15.2 и 15.3.

Для определения поперечного сечения канала нужно умножить удельное поперечное сечение на массовый поток дымовых газов.

Рисунок 15.4: Система каналов продуктов сгорания 2



В нисходящих и восходящих (вертикальных) каналах продуктов сгорания сумма всех поворотов, включая повороты труб продуктов сгорания, составляет максимум 1170° ($13 \times 90^\circ$).

Максимальную длину канала продуктов сгорания, требуемую тягу и удельное поперечное сечение следует определять по диаграммам 15.4, 15.5 и 15.6.

Для определения поперечного сечения канала нужно умножить удельное поперечное сечение на массовый поток дымовых газов.

Диаграмма 15.1: Максимальная длина каналов продуктов сгорания системы 1

максимальная длина каналов продуктов сгорания, система каналов 1

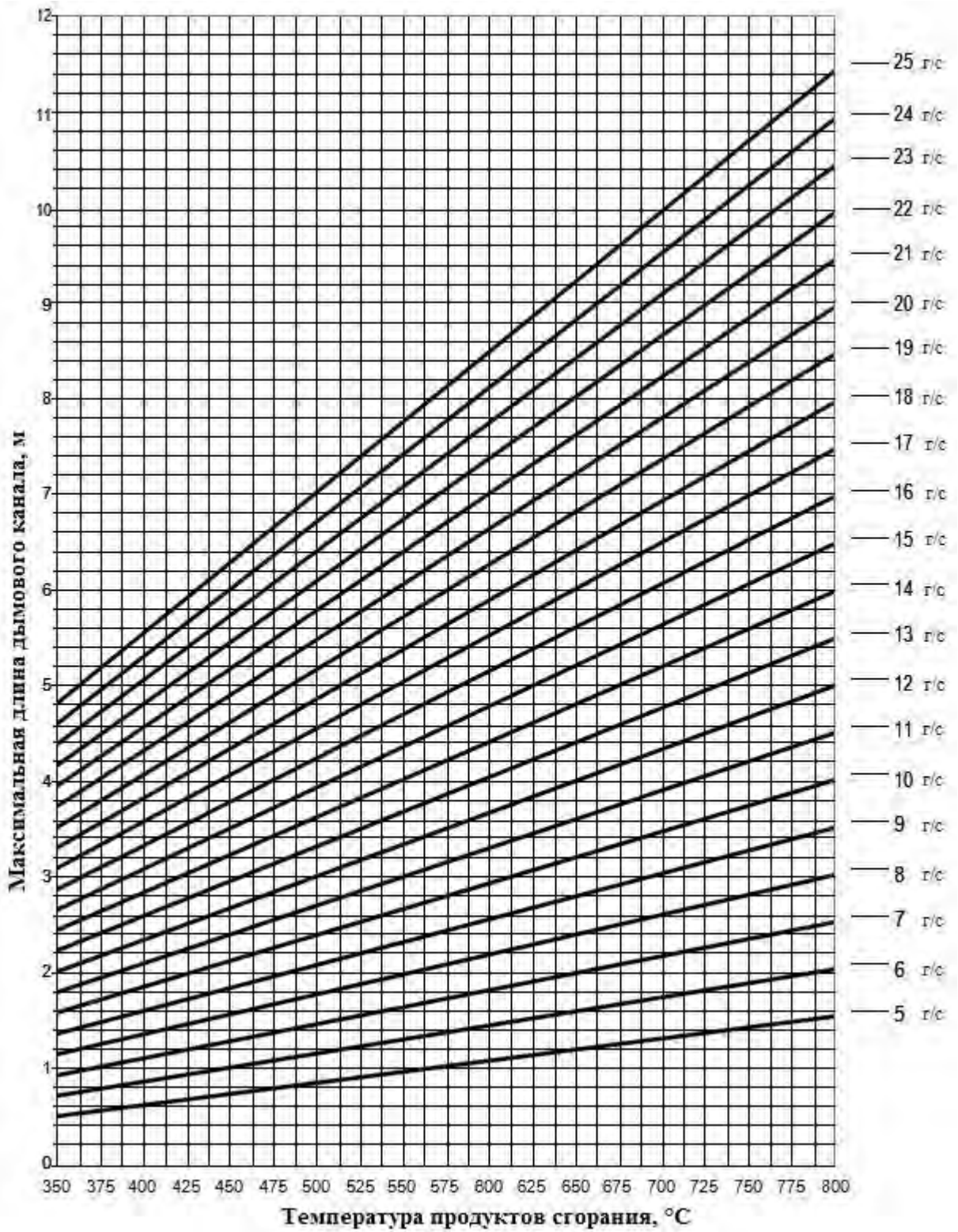


Диаграмма 15.2: Требуемая тяга в каналах продуктов сгорания для системы 1

требуемая тяга, система каналов 1

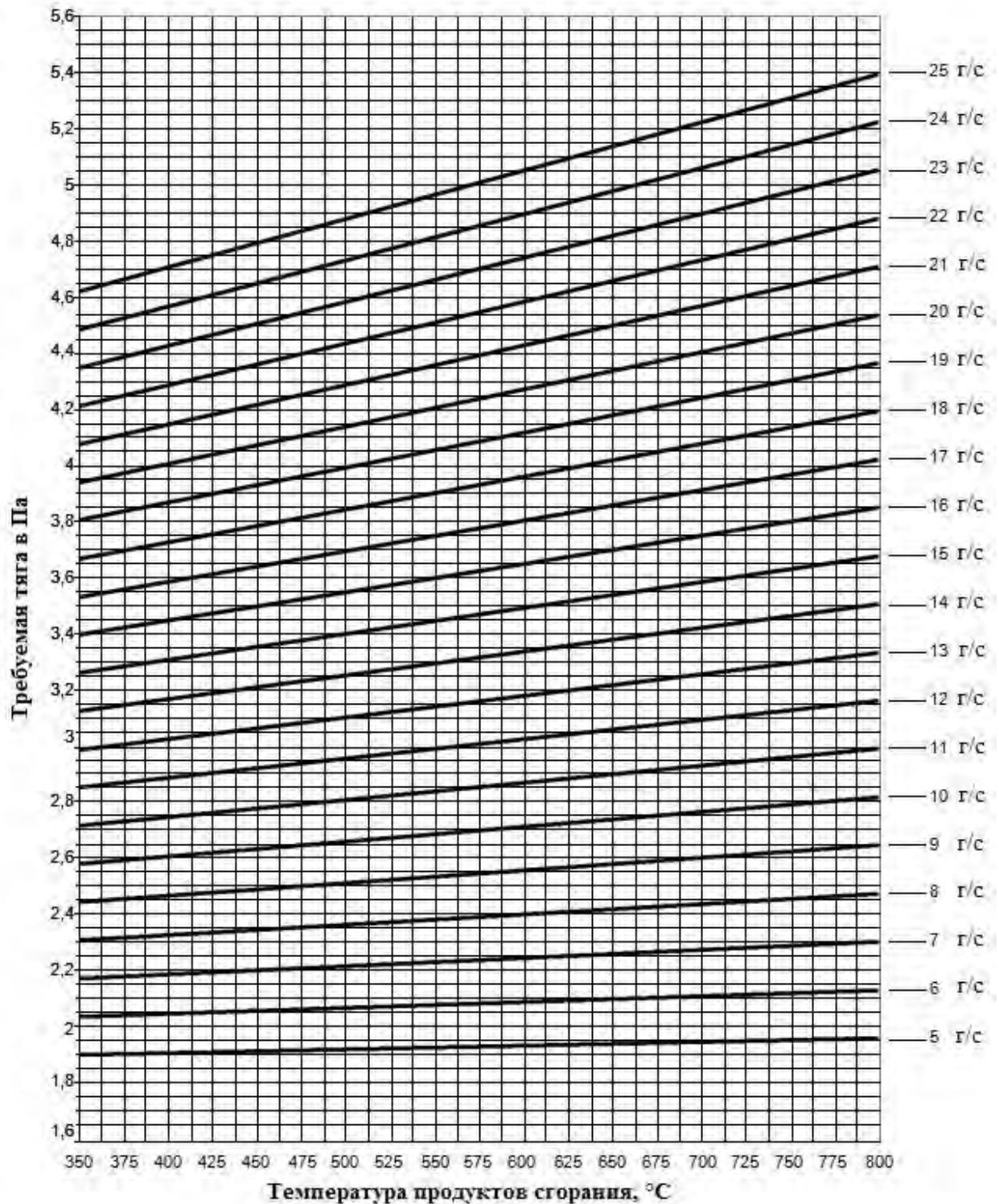


Диаграмма 15.3: Удельное поперечное сечение каналов системы 1

удельное поперечное сечение каналов системы 1

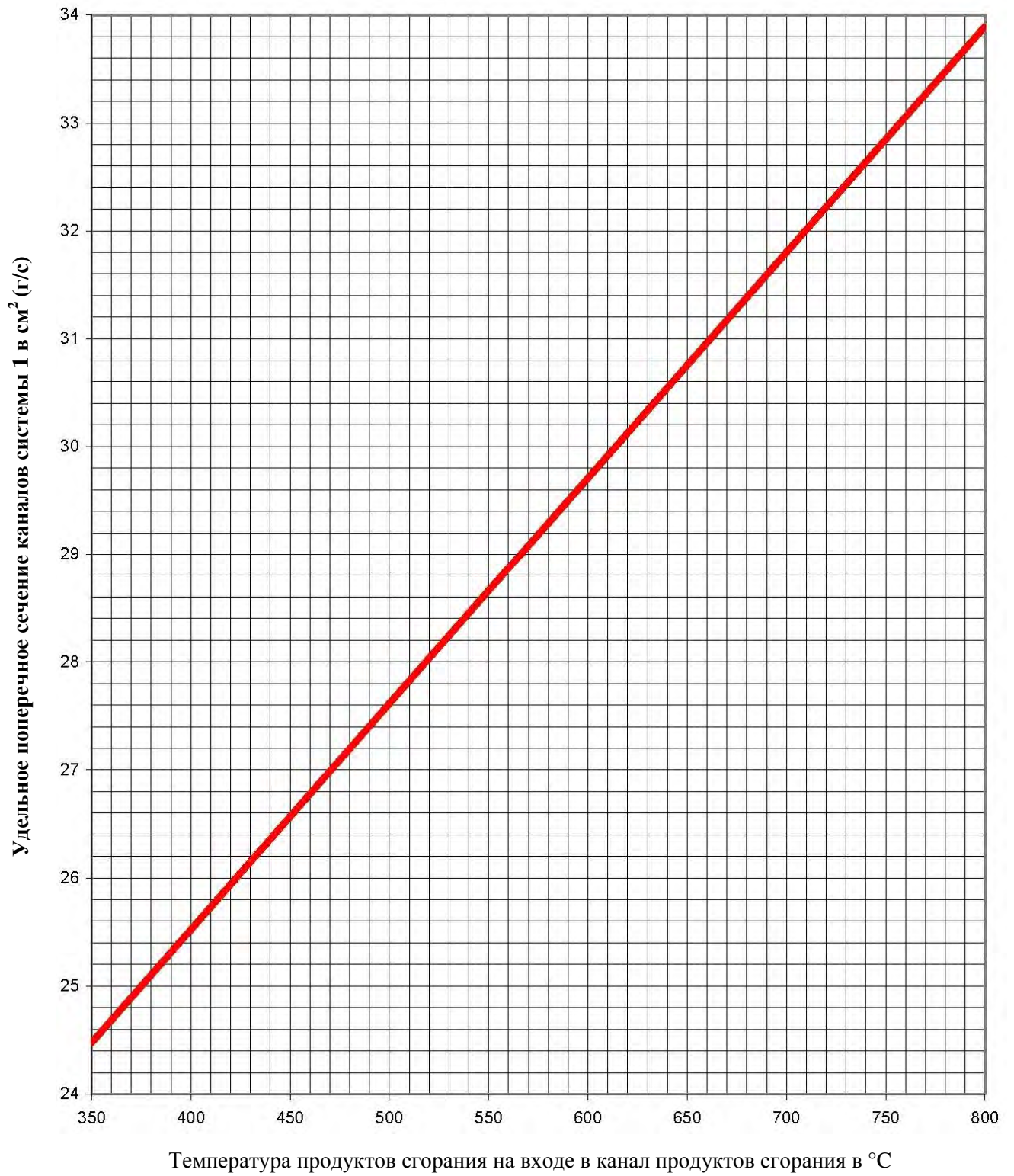


Диаграмма 15.4: Максимальная длина дымового канала системы 2

максимальная длина дымового канала системы 2

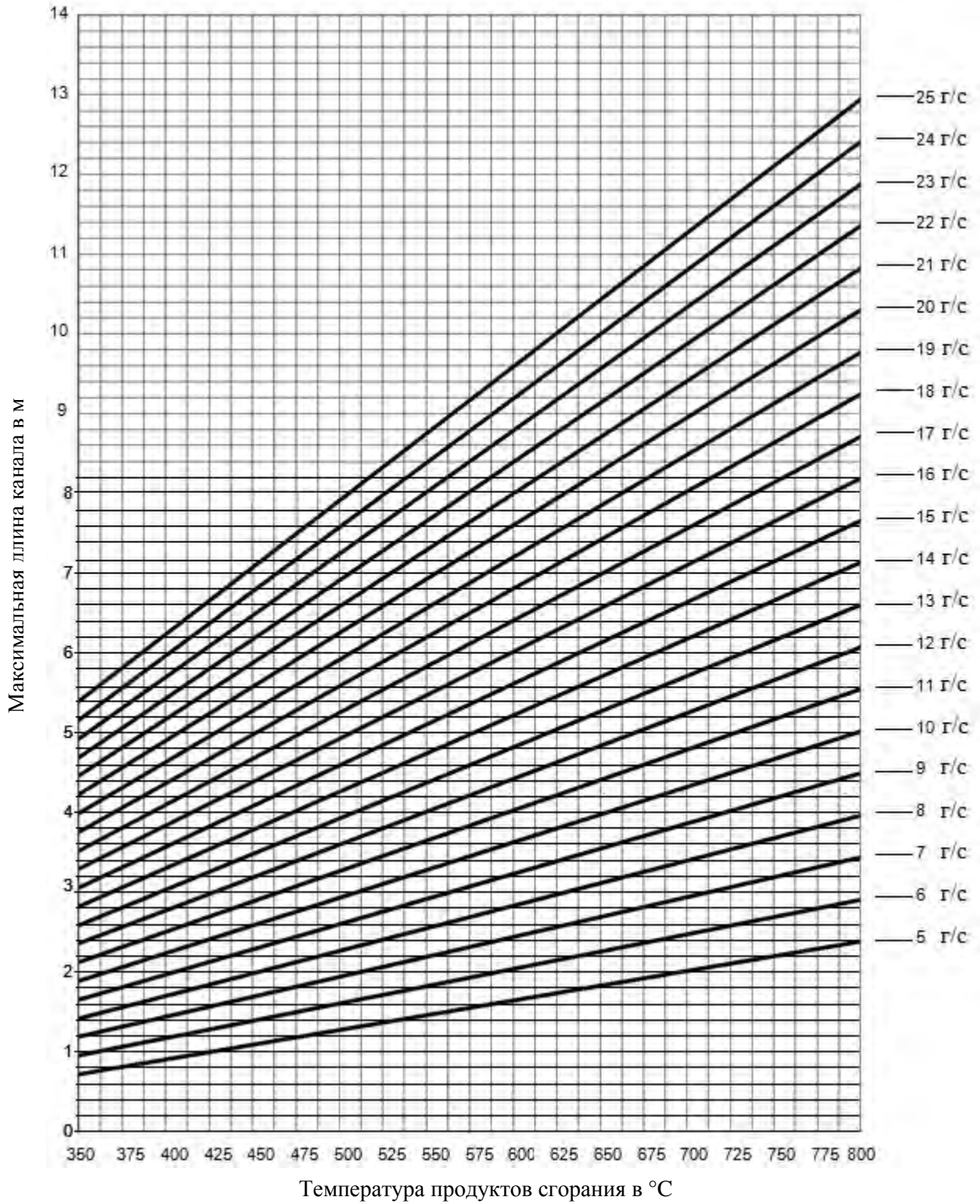


Диаграмма 15.5: Требуемая тяга в дымовом канале системы 2

требуемая тяга в дымовом канале системы 2

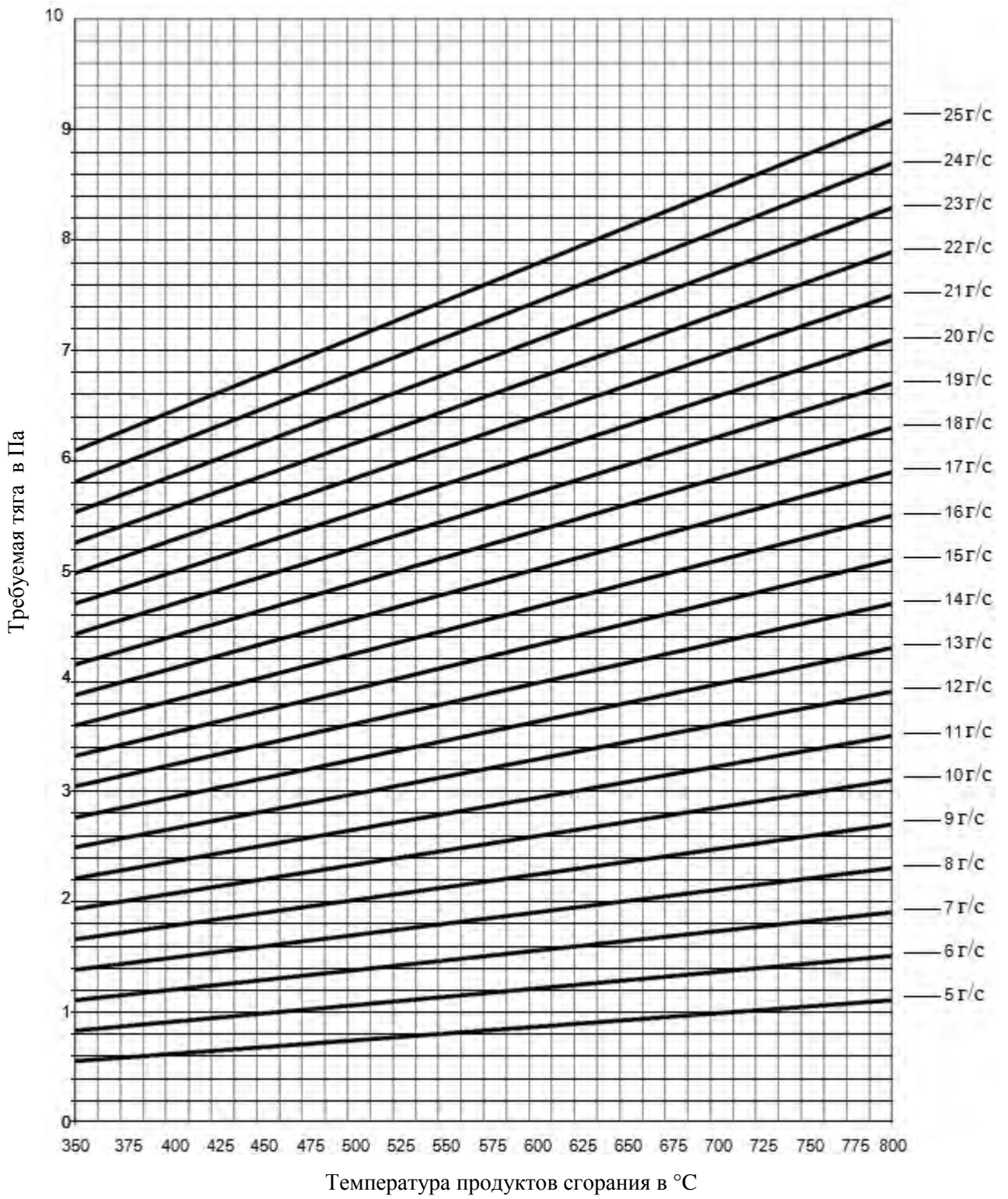


Диаграмма 15.6: Удельное поперечное сечение канала системы 2

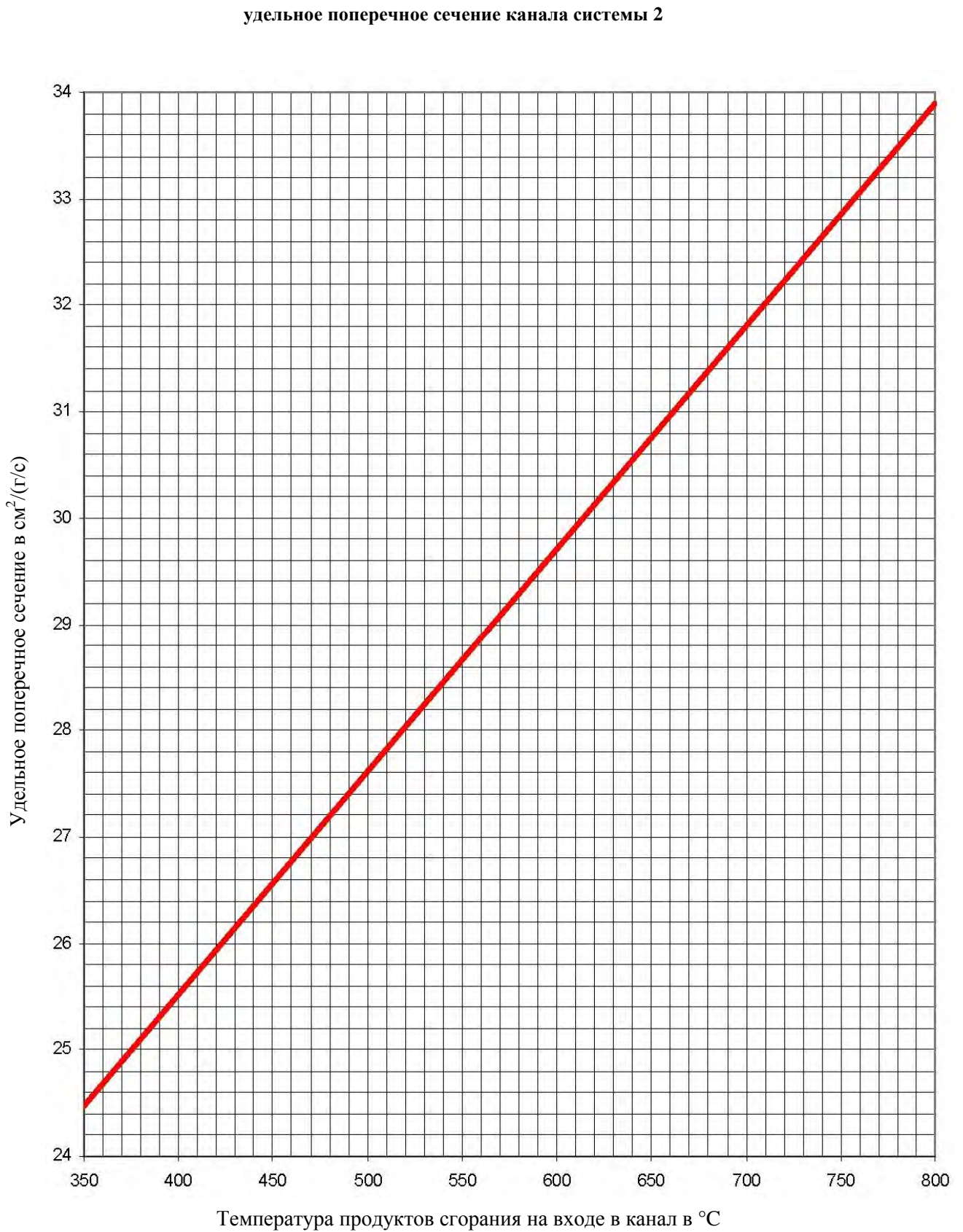


Таблица 15.1: Поперечное сечение байпаса/ газового шлица для систем каналов продуктов сгорания 1 и 2

Минимальное поперечное сечение байпаса в см²

Массовый поток дымовых газов (г/с)	Система каналов 1 A _{Вг} (см ²)	Система каналов 2 A _{Вг} (см ²)
5	18	21
6	19	23
7	20	25
8	21	26
9	23	27
10	26	29
11	28	31
12	28	33
13	29	34
14	30	35
15	31	37
16	33	38
17	35	40
18	36	42
19	38	44
20	38	45
21	39	46
22	40	47
23	42	48
24	43	49
25	44	51

Недопустимо превышать приведённые в таблице величины.

15.3 Упрощённые методы расчёта

15.3.1 Основные условия

Упрощенный метод расчёта можно использовать при соблюдении следующих условий для каналов продуктов сгорания:

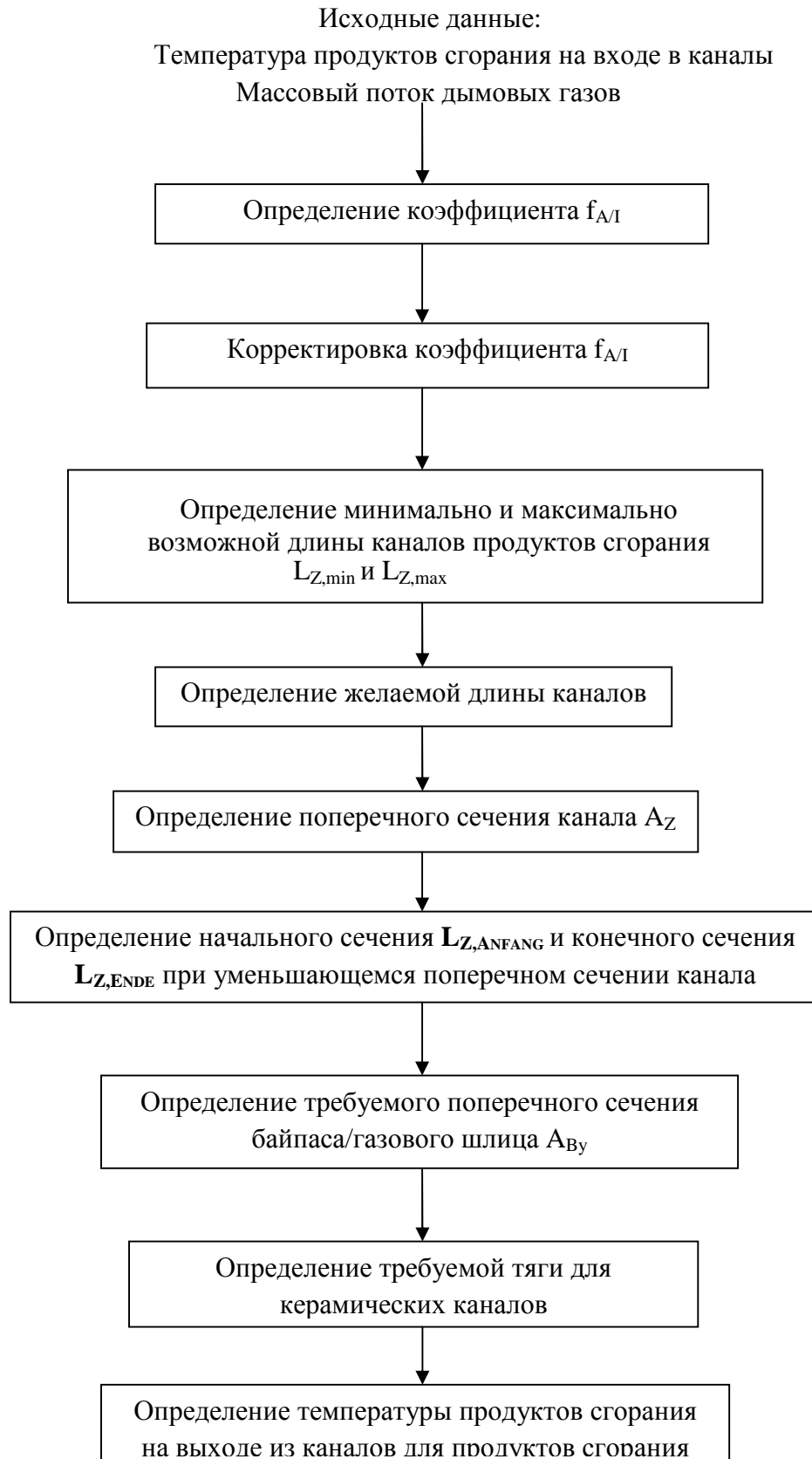
- использование дров в качестве топлива
- равномерное распределение внутри каналов продуктов сгорания местных сопротивлений и сопротивлений трения
- равномерная или равномерно убывающая скорость потока продуктов сгорания внутри каналов продуктов сгорания
- равномерное тепловосприятие каналов продуктов сгорания и
- использование в качестве материала для монтажа и облицовки стандартного печного или тяжёлого шамота и/или кафеля. При использовании для монтажа материала с другими теплотехническими свойствами должны быть использованы соответствующие диаграммы и методы расчёта. Эти данные должны быть предоставлены производителем соответствующего строительного материала.

Исходные данные для метода расчёта конструкции, данные производителя:

- температура продуктов сгорания в каналы продуктов сгорания и
- массовый поток дымовых газов

15.3.2

Схема выполнения расчёта



15.3.3 Расчёт каналов продуктов сгорания (длина и сечение)

15.3.3.1 Размерный коэффициент f_{AL}

Для расчета параметров керамических каналов продуктов сгорания решающими являются теплотехнические свойства продуктов сгорания.

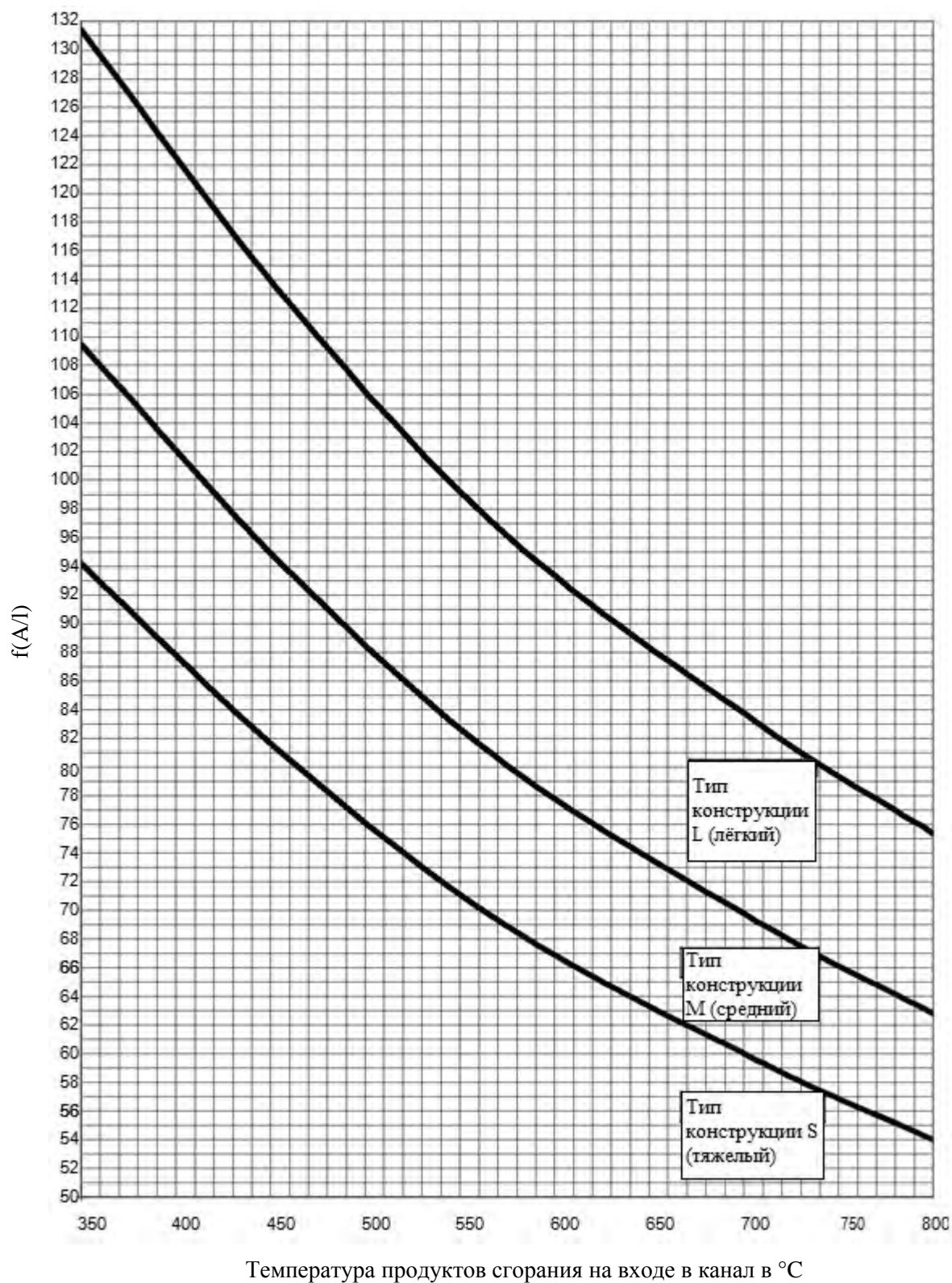
По температуре продуктов сгорания и величине массового потока дымовых газов на входе в каналы продуктов сгорания по диаграмме 15.7 необходимо определить размерный фактор (коэффициент) f_{AL} . При определении фактора f_{AL} наряду с техническими характеристиками, массовым потоком дымовых газов и температурой продуктов сгорания необходимо также обращать внимание на строительный тип каналов продуктов сгорания. В зависимости от строительного типа должны выбираться и соответствующие кривые.

Коэффициент f_{AL} при соответствующей температуре продуктов сгорания на входе в канал продуктов сгорания и предоставленных данных по массовому потоку дымовых газов даёт оптимальное соотношение поперечного сечения канала и его длины.

Если каналы продуктов сгорания выполнены с отступом от облицовки, необходима корректировка размерного коэффициента.

То же самое касается конструкций, в которых каналы продуктов сгорания могут отдавать своей внешней поверхностью значительно меньше 50% тепла.

Использование коэффициента f_{AL} допускается при расчёте поперечного сечения канала заданной длины. При заданной величине поперечного сечения можно определить длину канала продуктов сгорания.

Диаграмма 15.7: Определение коэффициента f_{AL} Коэффициент $f(A/I)$ 

15.3.3.2 Коррекция размерного коэффициента $f_{A/I}$

Основой для определения коэффициента $f_{A/I}$ является количество тепла, отдаваемого каналами продуктов сгорания облицовке, а затем передаваемое в помещение. При этом исходят из того, что каналы продуктов сгорания в среднем более чем 50% своей поверхности примыкают непосредственно к облицовке, без каких-либо значительных зазоров. Если более 50% внешних поверхностей каналов продуктов сгорания граничат с соседними каналами или с теплоизоляцией, это оказывает значительное влияние на величину возможного количества тепла, передаваемого через каналы продуктов сгорания. Поэтому для таких конструкций используются другие исходные условия для определения размеров.

То же самое относится к строительной конструкции каналов продуктов сгорания с определённым расстоянием от стенки каналов до облицовки. Это расстояние необходимо принимать во внимание с точки зрения его размера. В любом случае необходимо различать, является ли это расстояние до стенки теплоаккумулирующей или конвекционной камеры открытым или закрытым.

С помощью следующей таблицы можно исправить фактор $f_{A/I}$.

Таблица 15.2: Коррекция размерного коэффициента $f_{A/I}$

Часть поверхности канала, отдающая тепло	Расстояние между каналом и облицовкой:		
	более 50%	50% - 30%	до 30%
закрытый зазор до 1 см	$f_{A/I,кор} = f_{A/I}$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,97$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,95$
закрытый зазор от 1 см до 3 см	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,97$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,95$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,93$
закрытый зазор от 3 см до 5 см	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,95$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,93$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,90$
закрытый зазор от 5 см до 7 см	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,93$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,91$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,87$
закрытый зазор от 7 см до 10 см	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,90$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,87$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,85$
Часть поверхности канала, отдающая тепло	Расстояние между каналом и облицовкой:		
	более 50%	50% - 30%	до 30%
открытый зазор до 3 см	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 1,04$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I}$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 0,96$
открытый зазор от 3 см до 6 см	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 1,09$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 1,05$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 1,01$
открытый зазор от 6 см до 10 см	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 1,15$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 1,10$	$f_{A/I,кор} = f_{A/I} \cdot 1,05$

Для расчётов, приведённых в следующих разделах, необходимо выполнять расчёт по откорректированному значению коэффициента $f_{A/I}$. При последующих расчётах вместо значения $f_{A/I}$ нужно использовать величину $f_{A/I,кор}$.

15.3.3.3 Минимальная длина канала $L_{Z,min}$

Минимальная длина канала продуктов сгорания - это длина, при которой должен достигаться предусмотренный конструкцией коэффициент полезного действия при номинальной мощности. Уменьшение длины канала ведёт к недопустимо высоким температурам дымовых газов и большим потерям тепла с дымовыми газами.

Минимально возможная длина канала в м:

$$L_{Z,min} = \frac{2,9}{f_{A/l}} \sqrt{\vartheta_{HG} \cdot \dot{m}} \quad \text{[уравнение 15.1]}$$

где:

$L_{Z,min}$:	минимальная длина канала в м
$f_{A/l}$:	размерный коэффициент или откорректированный размерный коэффициент по разделу 15.3.3.1 или 15.3.3.2
ϑ_{HG} :	температура продуктов сгорания на входе в канал, в °C
\dot{m} :	массовый поток дымовых газов, в г/с

15.3.3.4 Максимальная длина канала $L_{Z,max}$

Максимальная длина каналов продуктов сгорания ограничена суммарным сопротивлением конструкции каналов, печной или каминной топки или топки, а также необходимым давлением для подвода воздуха на горение и минимальной температурой дымовых газов. Все эти факторы необходимы для функционирования конструкции для удаления дымовых газов.

Длину каналов можно увеличить, если теплоотдача поверхности нагрева соответствует тепловосприятию каналов, и конструкция для удаления дымовых газов обеспечивает требуемую рабочую тягу.

При этом надо учитывать сопротивление трения и местные сопротивления по разделу 15.3.4.

Для определения количества тепла, отводимого от продуктов сгорания, необходимо принять во внимание:

- теплопроводность стен канала
- поверхность каналов, отдающую тепло греющим поверхностям
- температура продуктов сгорания на выходе из топки
- скорость потока внутри каналов
- минимальная требуемая температура продуктов сгорания на выходе из каналов

Максимально возможная длина каналов в м:

$$L_{Z,max} = \frac{7,3}{f_{A/l}} \sqrt{\vartheta_{HG} \cdot \dot{m}} \quad \text{[уравнение 15.2]}$$

$L_{Z,max}$:	минимальная длина канала в м
$f_{A/l}$:	размерный коэффициент или откорректированный размерный коэффициент по разделу 15.3.3.1 или 15.3.3.2
ϑ_{HG} :	температура продуктов сгорания на входе в канал, в °C
\dot{m} :	массовый поток дымовых газов в г/с

В зависимости от материалов, используемых для монтажа каналов продуктов сгорания, строительного типа каналов и особенно с учётом характеристик конструкции для удаления дымовых газов, максимально возможные для монтажа каналы могут иметь длину значительно меньшую, чем $L_{Z,max}$

15.3.3.5 Фактическая длина канала L_Z

Фактические данные о необходимой длине каналов продуктов сгорания L_Z проектируемой конструкции задаются в пределах между минимально и максимально допустимой длиной.

15.3.3.6 Поперечное сечение канала A_Z

В зависимости от выбранной длины каналов определяют среднее поперечное сечение канала:

$$A_Z = f_{AL} \cdot L_Z \quad \text{[уравнение 15.3]}$$

где:

- A_Z : среднее поперечное сечение канала в $см^2$
 f_{AL} : размерный коэффициент или откорректированный размерный коэффициент по разделу 15.3.3.1 или 15.3.3.2
 L_Z : фактическая длина каналов в м

Допустимо отклонение величины поперечного сечения канала на 5% в большую или меньшую сторону. Для лежащих (горизонтальных) каналов продуктов сгорания вследствие отложения сажи на пол канала допустимо отклонение только в большую сторону.

При больших отклонениях необходимо соответственно откорректировать длину канала:

$$L_{Z,tats} = \frac{A_{Z,tats}}{f_{AL}} \quad \text{[Уравнение 15.4]}$$

где:

- $L_{Z,tats}$: откорректированная фактическая длина канала в м
 $A_{Z,tats}$: действительное, среднее поперечное сечение канала в $см^2$
 f_{AL} : размерный коэффициент или откорректированный размерный коэффициент по разделу 15.3.3.1 или 15.3.3.2

Живое сечение канала продуктов сгорания в местах поворотов должно соответствовать минимальному поперечному сечению канала.

15.3.3.7 Поперечное сечение сужающегося канала

Если каналы продуктов сгорания выполняются с уменьшением поперечного сечения, это уменьшение должно выполняться по возможности равномерно. При равномерном уменьшении поперечное сечение первого самого большого поперечного сечения должно быть больше поперечного сечения средних каналов на 30%, а поперечное сечение последнего канала составлять порядка 80% сечения среднего:

$$A_{Z,Anfang} = A_Z \cdot 1,3 \quad \text{[уравнение 15.5]}$$

$$A_{Z,Ende} = A_Z \cdot 0,8 \quad \text{[уравнение 15.6]}$$

где:

A_z : среднее поперечное сечение канала в см^2
 $A_{z.\text{Anfang}}$: поперечное сечение первого канала в см^2
 $A_{z.\text{Ende}}$: поперечное сечение последнего канала в см^2

Если в определенных каналах необходимо из технических соображений более медленная или более быстрая скорость потока, это выполняется посредством соответствующего расширения или сужения поперечного сечения канала. Необходимо принимать во внимание возникающие при этом сопротивления в потоке.

Сечения первого и последнего каналов, полученные в результате расчёта, необходимо понимать как верхнюю и нижнюю границу.

Живое сечение каналов продуктов сгорания в местах поворотов каналов должно соответствовать как минимум поперечному сечению большего предшествующего канала.

15.3.3.8 Поперечное сечение байпаса/газового шлица

Поперечное сечение обвода/газового шлица определяют по следующему уравнению:

$$A_{By} = 0,07 \cdot A_z \quad \text{[уравнение 15.7]}$$

где:

A_{By} : поперечное сечение байпаса в см^2
 A_z : среднее поперечное сечение в см^2

Проходное поперечное сечение байпаса должно составлять в любом случае не менее 10 см^2 .

15.3.4 Расчёт требуемой тяги канала продуктов сгорания

В зависимости от средней температуры продуктов сгорания и массового потока дымовых газов необходимо определить в системе каналов потери давления в каждом местном сопротивлении (повороты), а также потери давления на трение.

Приблизительно можно описать типичные и наиболее часто встречающиеся местные сопротивления в следующем виде:

- прямоугольный поворот (сгиб на 90°)
- круглый поворот на 90°
- угловой поворот на 180°
- тройник или разделение каналов или клапан

Потери давления можно достаточно точно определять по соответствующей диаграмме.

Диаграмма 15.8: Потери давления на метр длины канала

Потери давления на трение в канале

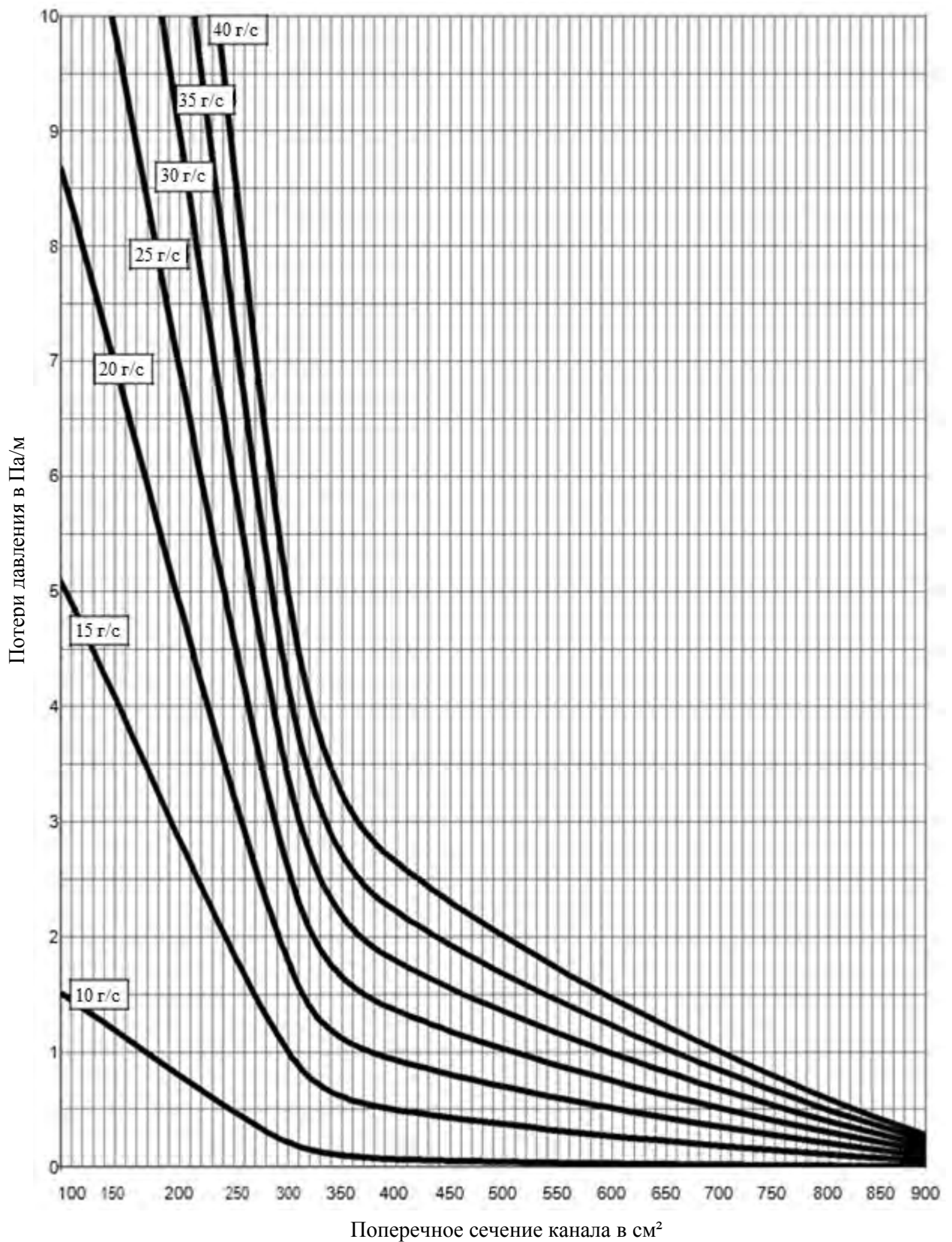


Диаграмма 15.9: Потери давления в канале прямоугольного сечения при повороте на 90°

Потери давления в канале прямоугольного сечения при повороте на 90°

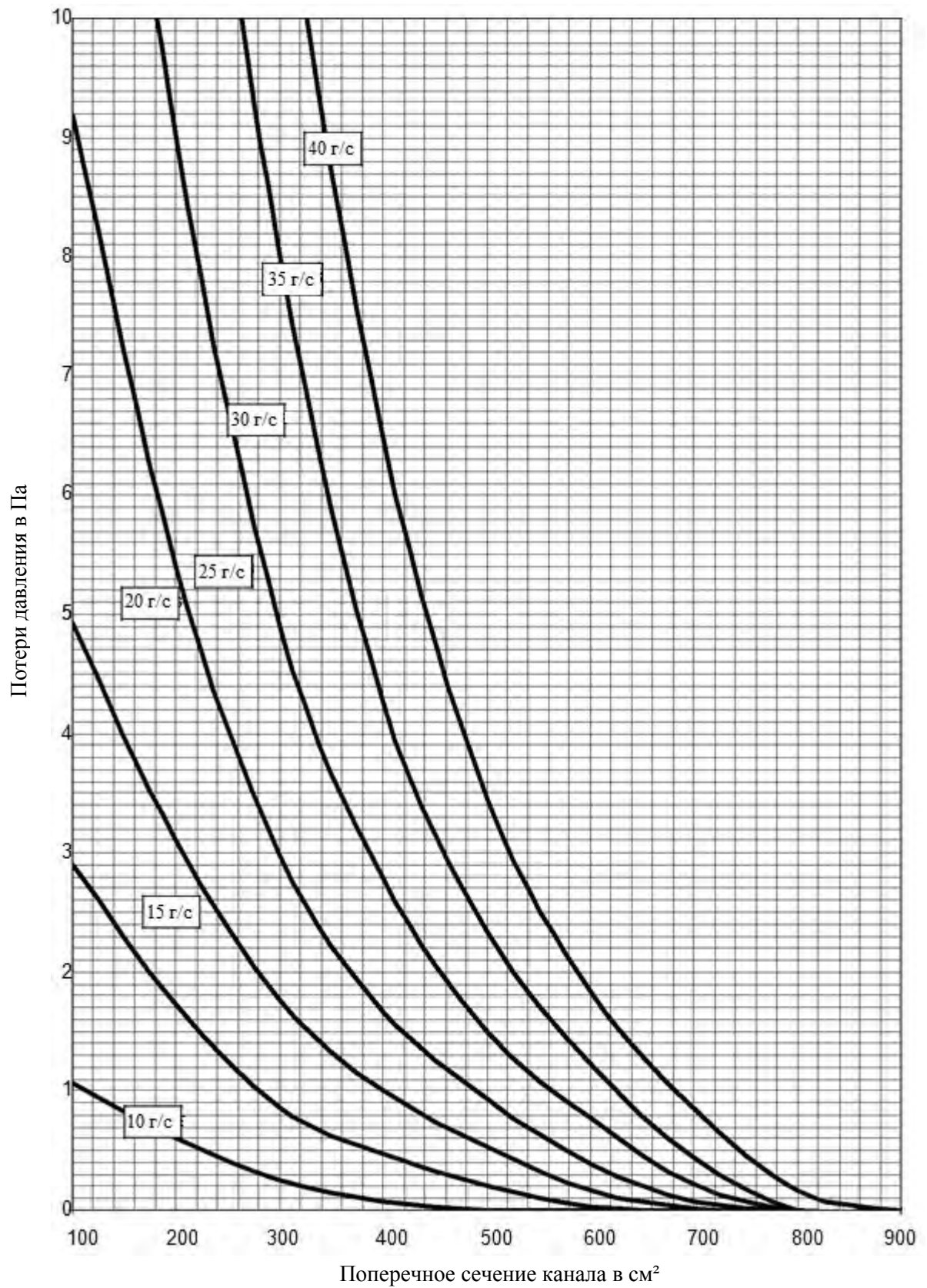


Диаграмма 15.10: Потери давления в канале круглого сечения при повороте на 90°

Потери давления при повороте на 90°, круглое сечение

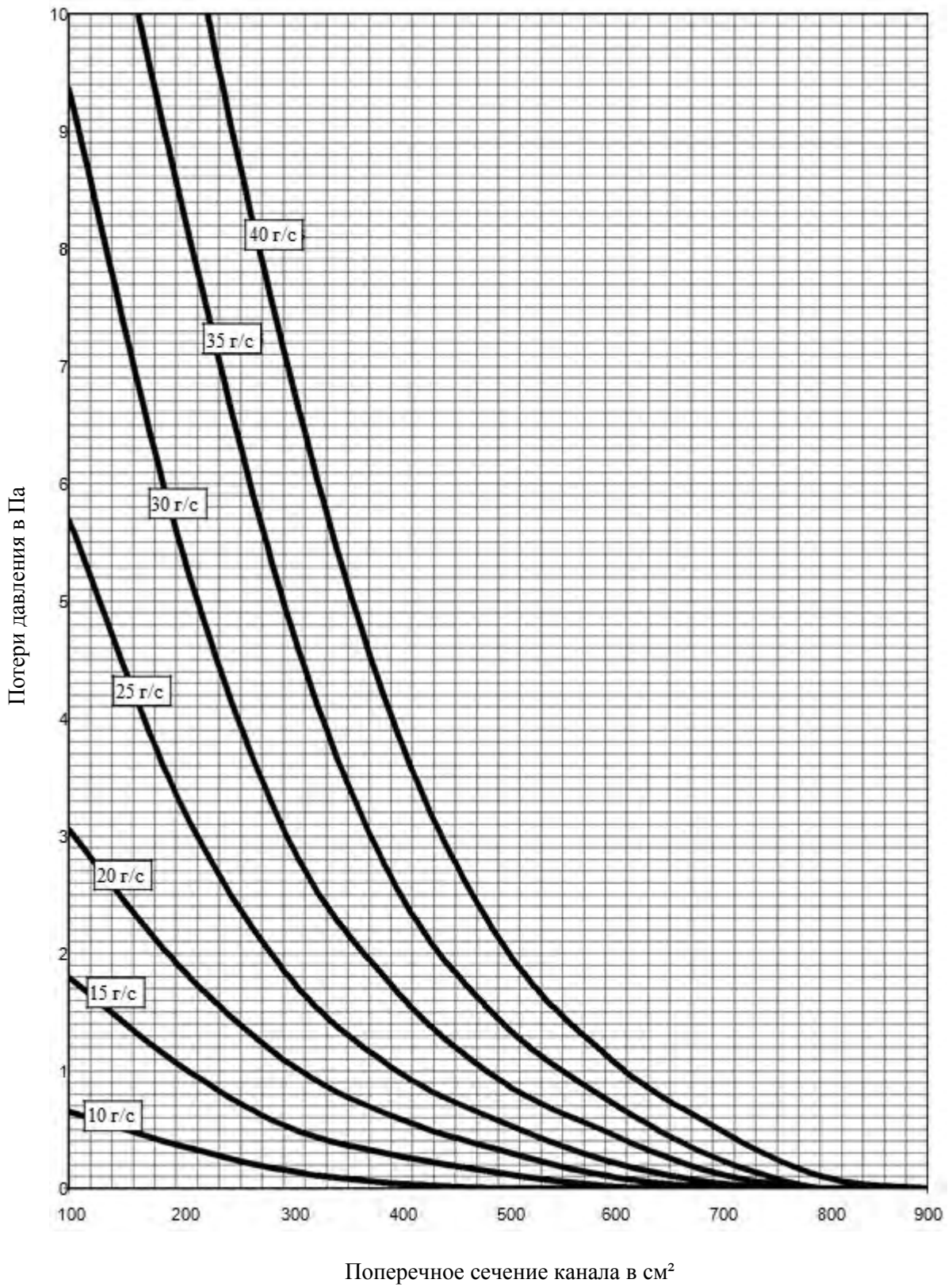


Диаграмма 15.11: Потери давления в канале прямоугольного сечения при изменении направления движения на 180°

Потери давления в канале прямоугольного сечения при изменении направления движения на 180°

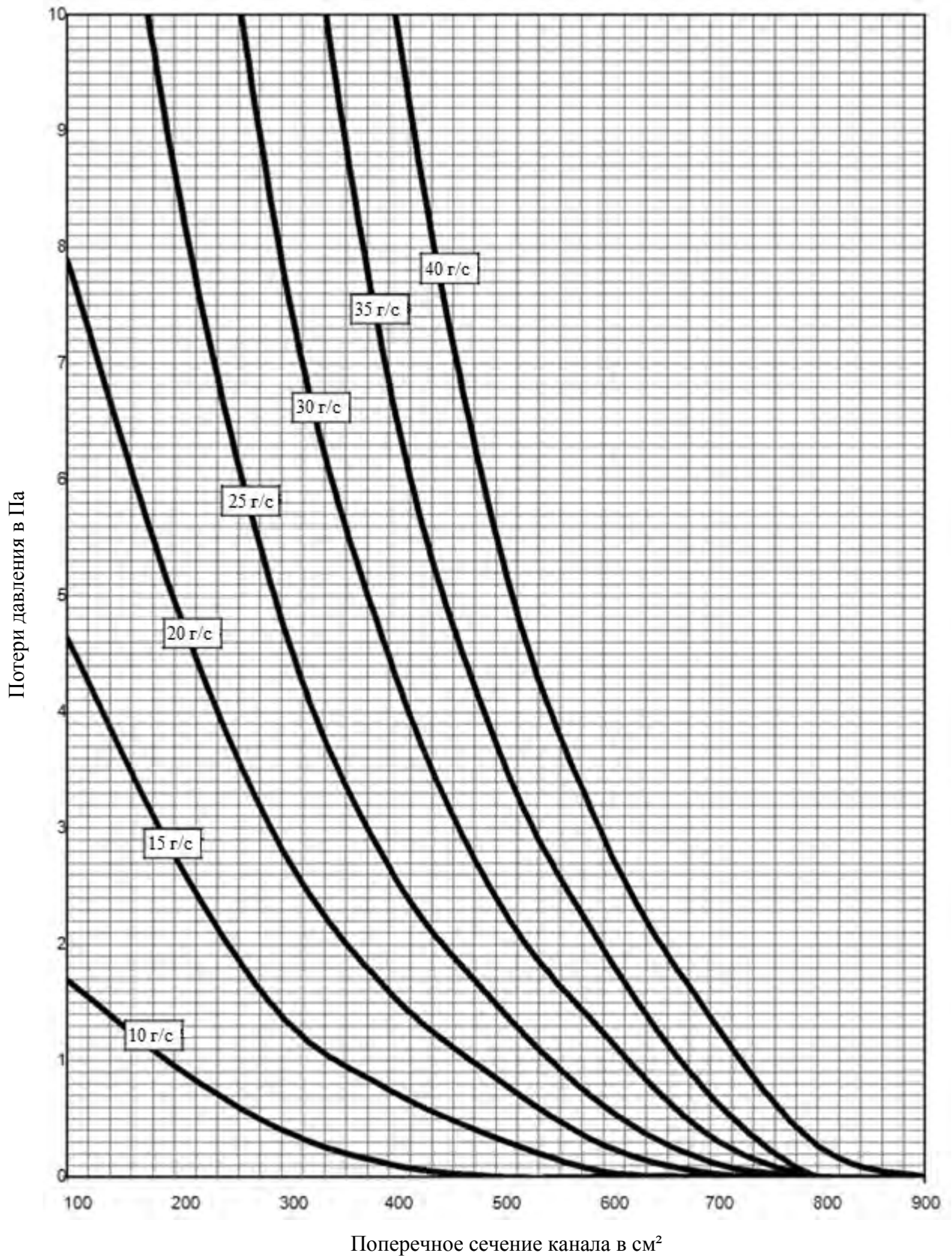
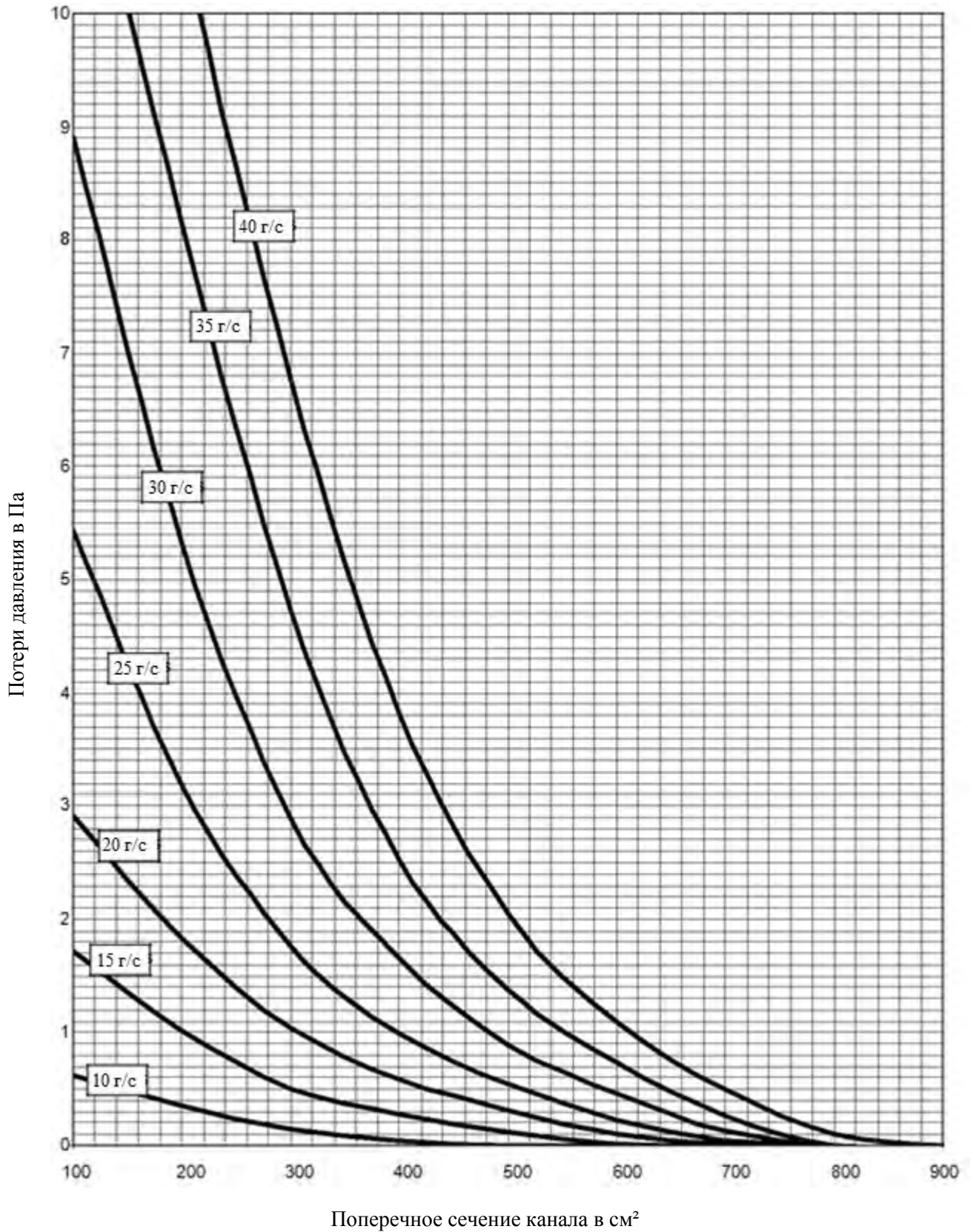


Диаграмма 15.12: Потери давления в тройнике

Потери давления в тройнике, канал



Потери давления в других местных сопротивлениях должны быть рассчитаны.

Общие потери давления определяются суммированием всех отдельных потерь давления.

Как альтернатива возможно проведение детального расчёта потерь давления.

15.3.5 Расчет температуры продуктов сгорания на выходе из канала

В зависимости от массового потока дымовых газов и температуры на входе в канал продуктов сгорания, а также длины, поперечного сечения и строительного типа канала определяют температуру продуктов сгорания на выходе из канала.

Удельное падение температуры в керамических каналах можно достаточно точно определить по соответствующей диаграмме.

В зависимости от строительного типа каналов продуктов сгорания (лёгкий, средний или тяжелый) по выбранному среднему поперечному сечению и длине каналов должен считываться из

соответствующей диаграммы коэффициент $\alpha_{\Delta t}$.

Диаграмма 15.13: Удельный коэффициент снижения температуры лёгкий тип строительной конструкции

Температурный коэффициент в канале продуктов сгорания

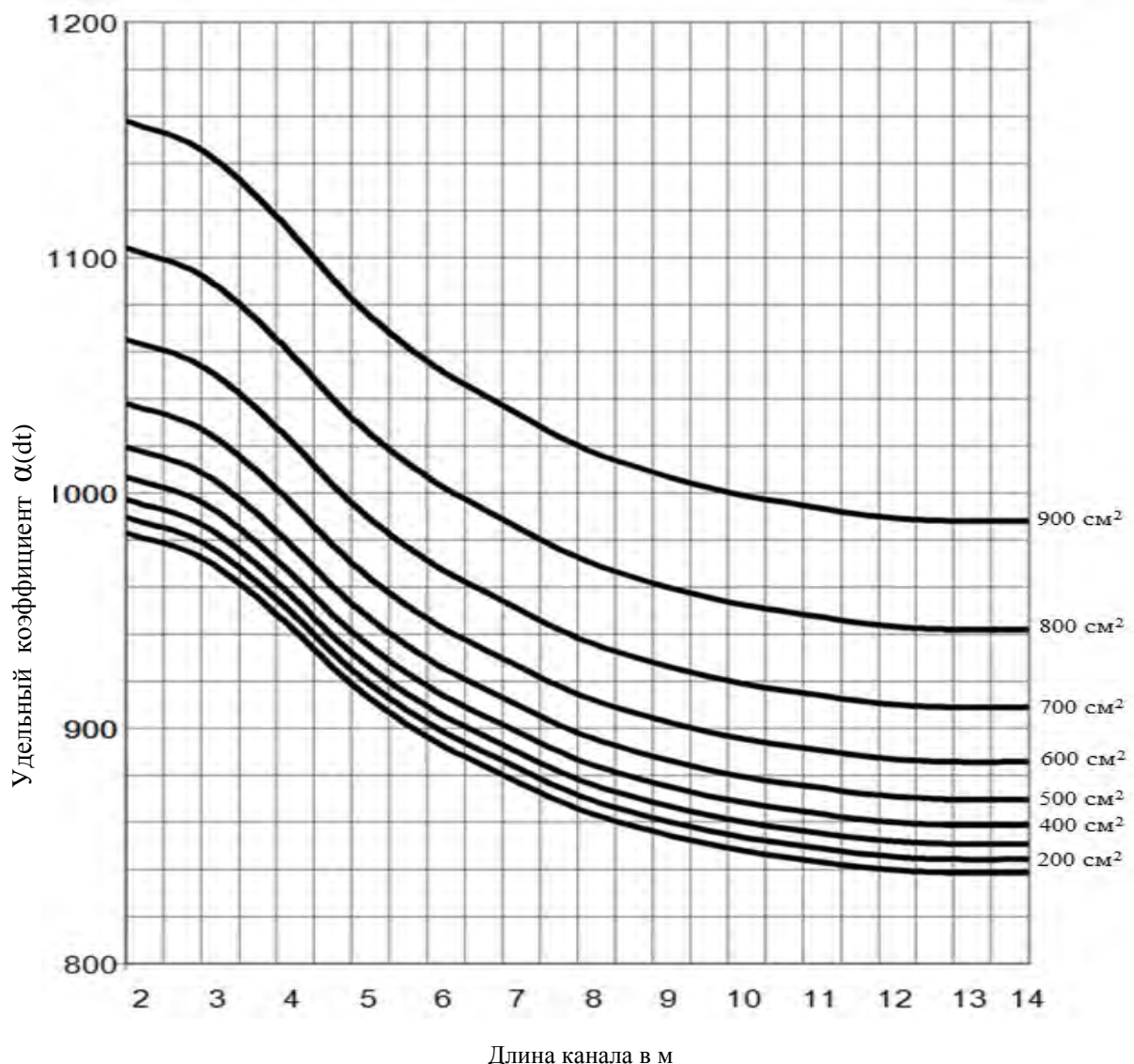
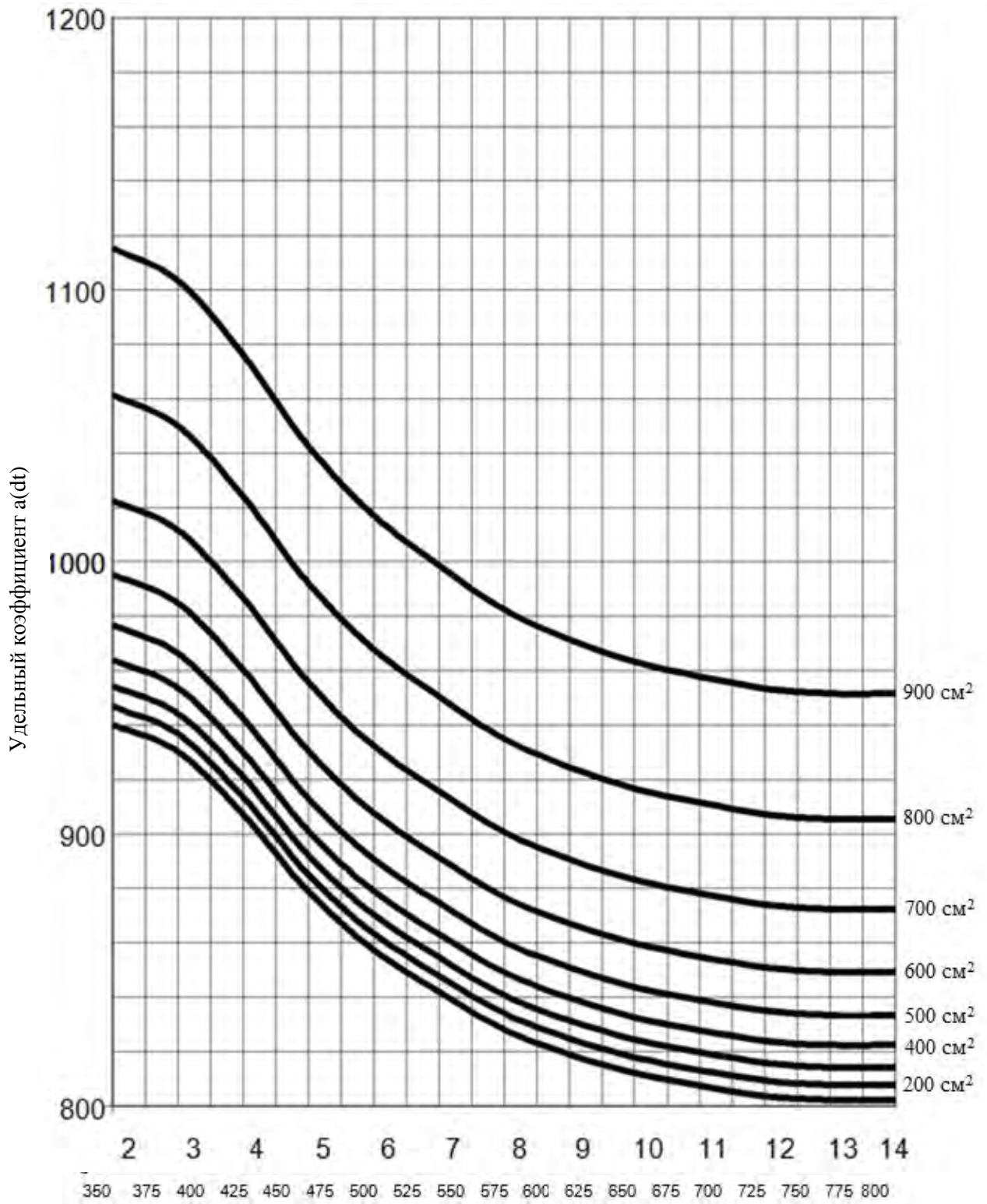


Диаграмма 15.14: Удельный коэффициент снижения температуры, средний тип строительной конструкции

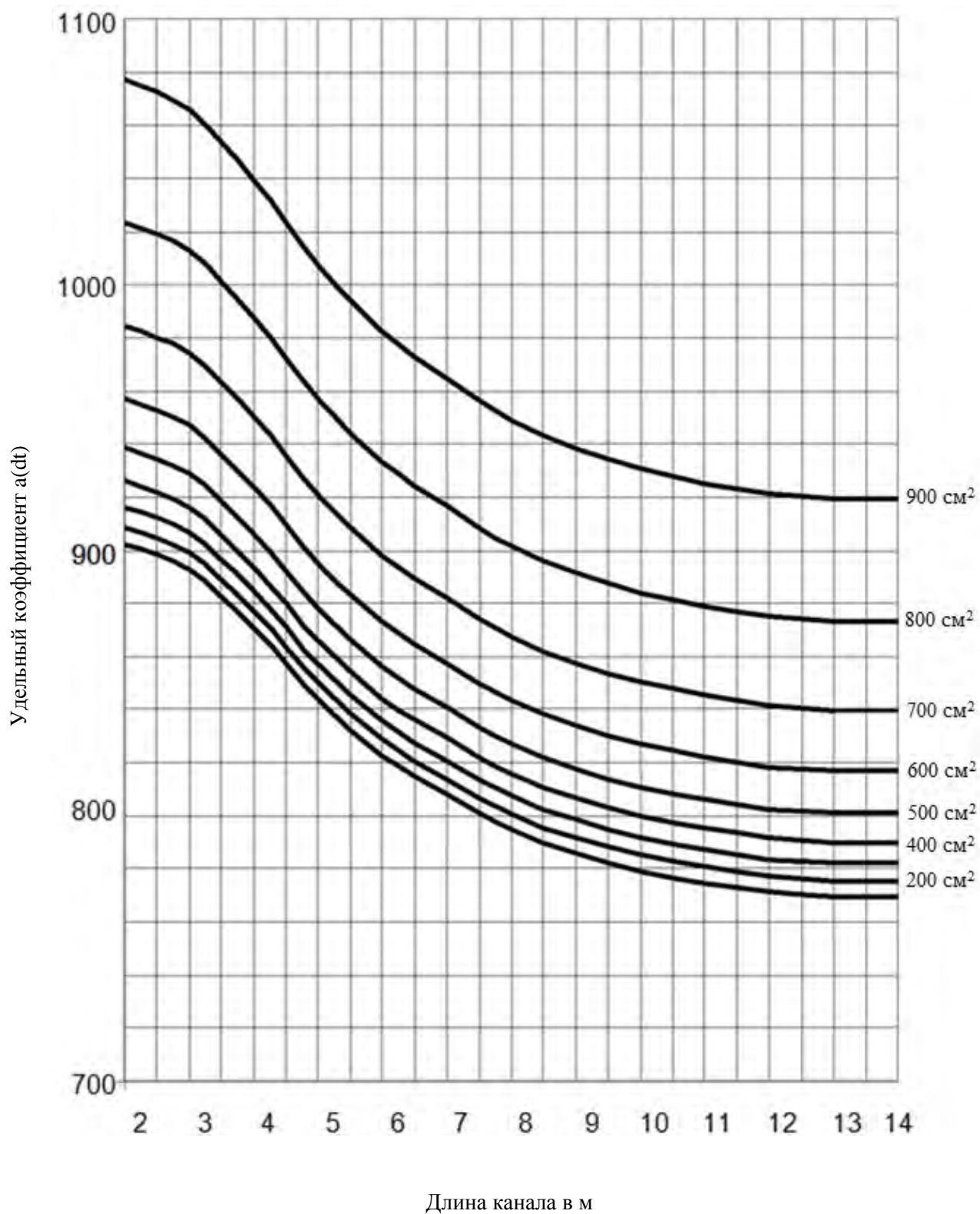
Температурный коэффициент в канале продуктов сгорания



Длина канала в м

Диаграмма 15.15: Удельный коэффициент снижения температуры, тяжёлый тип строительной конструкции

Температурный коэффициент в канале продуктов сгорания



Коэффициент $\alpha_{\Delta\vartheta}$ нужно разделить на массовый поток дымовых газов и умножить на фактическую длину дымового канала.

Определение снижения температуры $\Delta\vartheta_{\text{HGZ}}$:

$$\vartheta_{\text{HGZ}} = \frac{\alpha_{\Delta\vartheta}}{\dot{m}} \cdot L_{Z,\text{tats}} \quad [\text{уравнение 15.8}]$$

где

\dot{m} : массовый поток дымовых газов в г/с

$\alpha_{\Delta\vartheta}$: удельный коэффициент снижения температуры из диаграммы 15.13, 15.14 или 15.15 (в зависимости от строительного типа конструкции),

Обозначение коэффициента:

$$[a_{\Delta J}] = \frac{\text{г} \cdot \text{К}}{\text{с} \cdot \text{м}}$$

$L_{Z,\text{tats}}$: фактическая длина канала в м

В качестве альтернативы возможно проведение детального расчёта снижения температуры.

Далее по температуре на входе в каналы продуктов сгорания за вычетом снижения температуры определяется температура в конце керамического дымового канала ϑ_{HGZ}

$$\vartheta_{\text{HGZ}} = \vartheta_{\text{Eintritt}} - \Delta\vartheta_{\text{HGZ}} \quad [\text{уравнение 15.9}]$$

15.4 Подробный расчёт

Керамические каналы для продуктов сгорания могут также рассчитываться детально, с учётом всех термодинамических факторов, например, при помощи расчётных программ.

В качестве основных положений при проведении расчёта должны быть использованы термодинамические характеристики конструкций для удаления дымовых газов по DIN EN 13384.

Излишки напора внутри керамической части системы каналов продуктов сгорания по причинам безопасности допускается не учитывать.

В дополнение к данным по величине местных сопротивлений, приведённым в DIN EN 13384, они указаны также в таблице 19.10.8

16 Заменяемые элементы и детали

Производитель любой каминной топки, печной топки, каминной кассеты, изготавливаемого заводским способом очага или другого соответствующего строительного компонента, как, например, дверцы для топок теплоаккумулирующих печей, должен указывать данные изнашивающихся заменяемых деталей:

Типичные заменяемые детали:

- Внутренняя футеровка топки
- Поворотные камни/поворотные плиты
- Вентиляторы
- Уплотнительные шнуры
- Уплотнительные кольца
- Колосники
- Заглушки под штукатурку
- Термоэлементы
- Подогреватели дизельного топлива в испарительных форсунках
- Фильтры для дизельного топлива
- Газовый фильтр
- Элементы розжига (запальники)
- Устройства контроля пламени
- Зонды
- Поворотные камни
- Обзорные стекла
- Электромагнитный клапан
- Мембраны
- Контрольные лампы
- Выключатели
- Щитки
- Реле
- Аноды
- Предохранители

Перечисленные строительные компоненты подвержены износу и поэтому должны периодически заменяться.

17 Осмотр и обслуживание

Источники тепла, подпадающие под действие настоящих технических Правил, подлежат ежегодной проверке для поддержания требуемого состояния, и обслуживанию в зависимости от потребности. Рекомендуется заключение договора на техническое обслуживание (смотри раздел 19.6) и оформление письменной документации по окончании работ.

17.1 Осмотр

Мероприятия по осмотру источников тепла включают в себя:

- Составление плана для определения истинного состояния источника тепла с учётом рабочего режима
- Подготовка к проведению осмотра
- Выявление существенных параметров, например, подача воздуха для горения, качество топлива, отношение пользователя к эксплуатации, изнашивающиеся детали
- Документирование результатов
- Оценка результатов
- Выводы, принятие необходимых мер

17.2 Обслуживание

Мероприятия по обслуживанию источников тепла включают в себя:

- Проверка помещения, в котором установлен источник тепла, в особенности пожарной безопасности, подачи воздуха для горения
- Проверка облицовки, особенно в отношении трещин, коррозии и других повреждений
- Проверка строительных компонентов, контактирующих с огнём, например, печные топки, каминные топки, топки и дополнительные поверхности нагрева, в особенности в отношении повреждений и износа
- Чистка конструкции в целом, например, теплоаккумулирующей камеры, каналов для продуктов сгорания, соединительных элементов
- Проверка функционирования всех движущихся частей
- Проверка и, при необходимости, замена, изношенных деталей, например, уплотнений
- Проверка измерительных, управляющих и регулирующих устройств
- Проверка складирования топлива, обеспечение топливом

18 Документация (нормативная)

18.1 Акт приёма-передачи

Акт приема-передачи источника тепла/конструкции должен содержать как минимум следующие пункты:

- Заказчик/или его сотрудник
- Строительный тип источника тепла/конструкции
- Энергоноситель/топливо
- Передача инструкции по обслуживанию, по очистке и т.д.
- Если необходимо, имеющиеся недостатки
- Оставшиеся работы
- Дата/подпись заказчика/исполнителя

18.2 Декларация о соответствии / Декларация производителя

Декларация соответствия/декларация производителя (раздел 19.7) должна содержать как минимум следующие пункты:

- Строительный тип источника тепла
- Назначение
- Внесение изменений в конструкцию
- Данные теплогенератора
- Каналы для продуктов сгорания
- Пожарная и тепловая защита
- Вид защитных мер
- Данные по изоляции
- Обеспечение подачи воздуха для горения
- Существующая система вентиляции
- Устройства контроля источника тепла/системы вентиляции
- Конструкция для удаления дымовых газов
- Массовый поток воздуха для горения в м³/ч
- Поперечное сечение воздухопровода подачи воздуха на горение/длины/потери давления
- Вентиляционное оборудование (кондиционеры/фанкойлы/ вытяжки /осушители воздуха)
- Предохранительные устройства

18.3 Подача воздуха для горения

Документация по обеспечению подачи воздуха для горения должна содержать как минимум следующие пункты:

- Способ обеспечения подачи воздуха для горения
- зависимый от воздуха помещения
- зависимый от воздуха помещения, с разделением воздуха на горение в том же помещении, где установлен источник тепла
- Подключение подачи воздуха для горения
- Подключение подачи воздуха для горения прочно связано с системой воздухопроводов
- независимый от воздуха помещения

18.4 Расчёт керамических каналов

Документация по расчетам керамических каналов должна содержать как минимум следующие пункты:

- Тип системы каналов
- Строительный тип каналов легкий/средний/тяжелый
- Длина
- Требуемая тяга
- Количество поворотов
- Способ расчёта
 - Диаграммы
 - Упрощённый метод
 - Подробный расчёт
 - Параметры производителя

18.5 Расчёт распределения воздуха

Документация по распределению приточного/горячего воздуха должна содержать как минимум следующие пункты:

- Строительный тип источника тепла/конструкции
 - Конвекционная печь
 - Воздушное отопление с естественной циркуляцией
- Количество отапливаемых помещений
 - Поперечное сечение воздушной решётки
- Расчёт теплоаккумулирующей камеры
 - согласно разделу 7.2.2 или 8.2.2
- Расчёт поперечных сечений воздухопроводов
 - Упрощённый метод (смотри раздел 19.10.1)
 - Подробный расчёт (смотри раздел 19.10.2)

18.6 Руководство по обслуживанию

Руководство по обслуживанию должно содержать как минимум следующие пункты:

- Описание допустимого топлива и обращения с ним
- Данные по расходу топлива, интервалам загрузки и максимальное количество топлива при каждой закладке
- Указание по эксплуатации с минимальными выбросами
- Особые указания, такие как:
 - Поддержание необходимого объема воздуха для горения, использование ручки открывания воздушных конвекционных решёток, опасность возгорания, ручное управление элементами обслуживания и функциональными компонентами, такими как дверца топки
- Указания по вводу в эксплуатацию
- Указания по эксплуатации, такие как:
 - Розжиг
 - Регулировка первичного воздуха, регулировка вторичного воздуха, отопление в нормальном режиме, отопление в переходный период, удаление золы, транспортировка и выгрузка зольника, периодическая эксплуатация, открытый режим эксплуатации, закрытый режим эксплуатации
- Указания по очистке и обслуживанию
- Противопожарная защита внутри и снаружи зоны излучения

Раздел 19

(информативный)

- Вспомогательные материалы
 - Опросные листы
 - Диаграммы
 - Таблицы

Содержание

19.1	Опросный лист для проектирования	215
19.2	Договор стоимости проектных работ (образец)	220
19.3	Протокол к договору (образец)	221
19.4	Протокол о приёмке (образец)	223
19.5	Инструкция по эксплуатации (образец)	224
19.6	Протокол технического обслуживания (образец)	227
19.7	Декларация о соответствии / Декларация производителя	229
19.8	Подача воздуха на горение	230
19.8.1	Расчёт	230
19.8.2	Таблица поперечного сечения/диаметра	231
19.8.3	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 20 м ³ /ч	232
19.8.4	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 40 м ³ /ч	233
19.8.5	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 60 м ³ /ч	234
19.8.6	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 80 м ³ /ч	235
19.8.7	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 100 м ³ /ч	236
19.8.8	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 120 м ³ /ч	237
19.8.9	Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объёмном потоке 140 м ³ /ч	238
19.8.10	Таблица подбора теплоизоляции	239
19.9	Конвекционная печь	240
19.9.1	Диаграмма 15.1: Максимальная длина канала системы 1	240
19.9.2	Диаграмма 15.2: Требуемая тяга канала системы 1	241
19.9.3	Диаграмма 15.3: Удельное поперечное сечение канала системы 1	242
19.9.4	Диаграмма 15.4: Максимальная длина канала системы 2	243
19.9.5	Диаграмма 15.5: Требуемая тяга канала системы 2	244
19.9.6	Диаграмма 15.6: Удельное поперечное сечение канала системы 2	245
19.9.7	Диаграмма 15.7: Определение коэффициента f(A/l)	246
19.9.8	Диаграмма 15.8: Потери давления на 1 м длины канала	247
19.9.9	Диаграмма 15.9: Потери напора в канале продуктов сгорания прямоугольного сечения при повороте на 90°	248
19.9.10	Диаграмма 15.10: Потери напора в канале продуктов сгорания круглого сечения при повороте на 90°	249
19.9.11	Диаграмма 15.11: Потери напора в канале продуктов сгорания прямоугольного сечения при изменении направления движения на 180°	250
19.9.12	Диаграмма 15.12: Потери напора в тройнике	251
19.9.13	Диаграмма 15.13: Удельный коэффициент снижения температуры в канале, лёгкий тип строительной конструкции	252
19.9.14	Диаграмма 15.14: Удельный коэффициент снижения температуры в канале, средний тип строительной конструкции	253
19.9.15	Диаграмма 15.15: Удельный коэффициент снижения температуры в канале, тяжёлый тип строительной конструкции	254
19.9.16	Диаграмма 7.1: Снижение температуры в трубе HGR2	255
19.9.17	Диаграмма 7.2: Снижение температуры в соединительном элементе	256
19.9.18	Диаграмма 7.3: Требуемая тяга для HGR1	257
19.9.19	Диаграмма 7.4: Требуемая тяга для HGR2	258
19.9.20.1	Диаграмма 7.5: Требуемая тяга для соединительного элемента	259
19.10	Центральное воздушное отопление с естественной циркуляцией	260
19.10.1	Таблица Определение размеров воздуховода	260
19.10.2	Таблица Расчёт потерь давления в воздуховоде	261
19.10.3	Диаграмма Эквивалентные диаметры	262
19.10.4	Диаграмма Потери давления на трение в воздуховодах с фальцами	263
19.10.5	Диаграмма Потери давления на трение в гибких воздуховодах	264
19.10.6	Таблица Плотность и удельная теплоёмкость сухого воздуха	265

19.10.7	Таблица Потери тепла в воздуховодах	266
19.10.8	Таблица Коэффициенты местных сопротивлений	267
19.10.9	Таблица Подъёмная сила	269
19.10.10	Диаграмма Моле h-x для влажного воздуха	270
19.11	Отопление нагретыми поверхностями /Гипокауст	271
19.11.1	Диаграмма 10.2: Определение тепловой мощности перегородки	271
19.11.2	Диаграмма 10.1: Тепловая мощность поверхности нагрева	272
19.11.3	Диаграмма 10.4: Определение размеров каналов приточного и обратного воздуха	273
19.11.4	Диаграмма 10.3: Максимальная длина воздушных каналов	274
19.12	Теплоаккумулирующая печь	275
19.12.1	Формуляр для расчёта теплоаккумулирующей печи	275
19.12.2	Диаграмма Удельная тепловая мощность поверхности нагрева	277
19.13	Хлебопекарные печи	278
19.13.1	Диаграмма 14.1: Аккумуляция тепла в конструкции теплоаккумулирующей хлебопекарной печи	278
19.13.2	Диаграмма 14.2: Аккумуляция тепла в конструкции хлебопекарной печи постоянного горения	278

19 Вспомогательные материалы, опросные листы, диаграммы, таблицы

19.1 Опросный лист для проектирования кафельной печи / открытого камина

Чему придаёт наибольшее значение заказчик:

- Прежде всего он хотел бы ощущать приятное тепло излучением
- Прежде всего он хотел бы видеть огонь
- Оба варианта

Возможные решения для:

- приятного мягкого излучения тепла
 - кафельная печь
 - теплоаккумулирующая печь/конвекционная печь
 - отопление нагретыми поверхностями (печная керамика)
 - гипокауст
- видимого огня
 - камин
 - классический открытый
 - каминная топка с дверцей со стеклянной дверцей, эксплуатируемая как открытая или закрытая или только как закрытая
- обоих вариантов
 - кафельная печь с печной топкой
 - размеры стекла ограничены
 - камин с каминной топкой
 - размеры стекла не ограничены
 - обратить внимание на безопасные расстояния в области излучения от стекла (≥ 80 см)

Каким представляет заказчик внешний дизайн?

- Керамика

подходит оптимально

- печной кафель / керамика крупного формата
 - оптимальные теплоаккумулирующие свойства
 - приятное излучение тепла
 - многообразие возможностей отделки
 - форма и цвет практически без ограничений
 - лёгкая очистка

- штукатурка

- возможно появление трещин
- повышенные требования к уходу (из-за загрязнения)
- дорогостоящая очистка

Как представляет себе заказчик отопление помещения?

- быстрый нагрев

реализуется благодаря:

- конвекционным кафельным печам
- камину с каминной топкой

- медленный нагрев благодаря мягкому излучению

реализуется благодаря:

- теплоаккумулирующей печи
- гипокаусту
- отоплению нагретыми поверхностями

В каком помещении должен находиться камин / кафельная печь?

- гостиная

- столовая

- гостиная / столовая

- другие комнаты

Если заказчик выбирает тип источника тепла с обзорным стеклом, необходимо обратить внимание на соответствующее размещение зоны отдыха, чтобы можно было без проблем видеть огонь.

Желает ли заказчик обогревать несколько помещений?

□

возможно при использовании:

- теплоаккумулирующей печи, проходящей через стену,
подходит только для соседних помещений и соответствующей планировки
- конвекционной печи с воздуховодами в соседние или вышележащие помещения
- камин с каминной топкой и воздуховодами
(как у конвекционной печи)
- водяной теплообменник для печной или каминной топки или специальные печные топки с интегрированным водяным теплообменником для подогрева воды в системе отопления

Какой тип отопления планирует заказчик?

- на твёрдом топливе □
 - дрова/древесные брикеты/буроугольные брикеты
 - возможны пеллеты:
 - используется только со специальными топками
(с автоматической подачей топлива)
- природный газ/сжиженный газ □

возможно с:

 - конвекционной печью
 - камином со специальной каминной топкой
 - газовой горелкой в классическом открытом камине
(также с возможностью последующей установки)
- жидкое топливо □

возможно с:

 - конвекционной печью
- электрический ток □

возможно с:

 - конвекционной печью/теплоаккумулирующей печью со специальным аккумулятором с ночным тарифом

- не прямой нагрев от горячей воды центрального отопления

возможно в:

- кафельной печи
 - нагрев керамических сидений
 - отопление нагретыми поверхностями, например, при использовании печного кафеля крупного формата. Абсолютная свобода в отделке. Регулирование температуры внешней поверхности термостатом.
 - нет необходимости в дымовой трубе

Предусмотрена ли в проекте дымовая труба?

- предусмотрена
- есть в наличии
- модернизация (например, нержавеющей сталью)

- поперечное сечение....см²

рекомендуется:

кафельная печь	16/16 - 18/18
открытый камин	20/20 - 30/30

- эффективная высота.....м
допустимая высота 4 м от точки подключения

Достаточное ли количество воздуха может быть подано на горение?

- необходимо для:

жидкое и газообразное топливо	1,6 м ³ /кВт
дерево 12,5 м ³ /кг (1 полено длиной 33 см, вес 1-1,5 кг)	12,5 м ³ /кг
буроугольные брикеты (1 брикет 0,5 кг)	12,5 м ³ /кг

- подвод воздуха на горение возможен посредством
 - поступления воздуха из нескольких помещений
 - воздуховод извне в непосредственной близости от топки диаметр 12-20 см в зависимости от подключения воздуховода

- печной топки/каминной топки
с штуцером для подключения воздуховода
диаметр 12-20 см в зависимости от подключения
воздуховода

Ø **Внимание!**

Если установлена или запланирована конструкция приточно-вытяжной вентиляции, то применимы только два последних решения.

Достаточно ли прочны в помещении для установки источника тепла пол/стяжка/бетонное перекрытие?

Совет: не использовать плавающую стяжку!

Есть ли в наличии достаточно места для хранения топлива (древесины)?

Потребуется место для хранения двухгодичного запаса, 1 м³ (RM) дров Δ 200 л дизельного топлива.

19.2 Договор стоимости проектных работ

Между (заказчик) _____

и компанией (исполнитель) _____

Заключается нижеследующий договор о стоимости проекта:

1. Заказчик поручает исполнителю оказание нижеследующих услуг по проектированию за оплату:
2. Заказчик обязуется выплатить за оказанные услуги% от суммы договора

или

заплатить исполнителю единовременную плату в размере..... .

3. До окончательной оплаты согласованных проектных расходов все выполненные документы являются собственностью исполнителя. Авторские права исполнителя сохраняются и после оплаты.
4. Оплата связана с передачей документации.
5. При оформлении заказа расходы на проектные работы возмещаются.

Место, число _____

Заказчик _____

Исполнитель _____

19.3 Образец протокола к договору

Заказчик (имя, адрес, телефон)

.....

Строительный тип источника тепла

- | | | | |
|---|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Теплоаккумулирующая печь | <input type="checkbox"/> Конвекционная печь | <input type="checkbox"/> Воздушное отопление с естественной циркуляцией | <input type="checkbox"/> Источник тепла для 2-х этажей |
| <input type="checkbox"/> Очаг-стол | <input type="checkbox"/> Очаг-обогреватель с развитой поверхностью | <input type="checkbox"/> Очаг-обогреватель | <input type="checkbox"/> Очаг-котёл |
| <input type="checkbox"/> Открытый камин с открытой топкой (А) | <input type="checkbox"/> Открытый камин без каминной топки | <input type="checkbox"/> Теплоаккумулирующая хлебопекарная печь | <input type="checkbox"/> Хлебопекарная печь постоянного нагрева |
| <input type="checkbox"/> Гипокауст | <input type="checkbox"/> Отопление нагретыми поверхностями | | |
- Новая конструкция Изменение конструкции

Тепловая мощность:

- | | |
|---|----------|
| <input type="checkbox"/> расчёт на основе TR-OL |кВт |
| <input type="checkbox"/> расчёт по DIN EN 12831 |кВт |
| <input type="checkbox"/> согласованная |кВт |
| <input type="checkbox"/> топливо | |

помещение для установки:

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> гостиная |
| <input type="checkbox"/> столовая |
| <input type="checkbox"/> кухня |
| <input type="checkbox"/> другое помещение, размер помещения.....м ² |

Отделка источника тепла:

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> кафель |
| <input type="checkbox"/> штукатурка |
| <input type="checkbox"/> кафель со штукатуркой |
| <input type="checkbox"/> обогреваемые сидения |

информация о теплогенераторе:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> печная топка | <input type="checkbox"/> каминная кассета |
| <input type="checkbox"/> каминная топка | <input type="checkbox"/> компонент очага |
| <input type="checkbox"/> топка как готовый строительный комплект | |

Подача воздуха на горение:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> зависящая от воздуха помещения, только из помещения, в котором установлен источник тепла | <input type="checkbox"/> зависящая от воздуха помещения, с распределением подачи воздуха на горение в самом помещении |
| <input type="checkbox"/> зависящая от воздуха помещения, подача и из смежных помещений | <input type="checkbox"/> зависящая от воздуха помещения, с закрытой системой распределения подачи воздуха на горение |
| <input type="checkbox"/> независимая от помещения | |

Система вентиляции (кондиционер, кухонная вытяжка, вытяжная система и т.д.)

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> есть в наличии | <input type="checkbox"/> не предусмотрена | <input type="checkbox"/> запланирована |
| <input type="checkbox"/> контролируемый воздухообмен | | |
| <input type="checkbox"/> планируется | | |
| <input type="checkbox"/> кухонная вытяжка с колпаком | | |
| <input type="checkbox"/> вытяжка в туалете | | |
| <input type="checkbox"/> вытяжка от сушилки для белья | | |
| <input type="checkbox"/> другие варианты: _____ | | |

Каналы продуктов сгорания

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> металлические |
| <input type="checkbox"/> керамические |
| <input type="checkbox"/> подогрев воды |

Устройство контроля источника тепла/ системы вентиляции

- | |
|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> требуется |
| <input type="checkbox"/> не требуется |

огне- и теплозащита

- Стена
- Пол
- Перекрытие

конструкции для удаления дымовых газов

- существующая
- новая
- однослойная
- многослойная
- из минеральных материалов
- металлическая

Тип защиты:

- кладка

класс по температуре

поперечное сечение

- теплоизоляция базовым изоляционным материалом
- заменитель базовой теплоизоляции
- теплоизоляция с активным проветриванием
- минимальные расстояния по данным производителя

эффективная высота

Конструкция пола:

- Бетонное перекрытие
- плавающая стяжка
- тёплый пол
- деревянное перекрытие

Электропроводка

в стене примыкания:

- есть в наличии
- нет

в полу:

- есть в наличии
- нет

Подогрев воды

Бак-аккумулятор

- есть в наличии
- нет

Размер.....литров

Подключение

- возможно
- невозможно

Дата / Подпись заказчика

Дата / Подпись от профессиональной компании

19.4 **Протокол о выполнении работ**

настоящим подтверждается, что

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Конвекционная печь | <input type="checkbox"/> Теплоаккумулирующая печь |
| <input type="checkbox"/> Центральное воздушное отопление с естественной циркуляцией | <input type="checkbox"/> Открытый камин, закрытый камин |
| <input type="checkbox"/> Источник тепла для отопления 2-х этажей | <input type="checkbox"/> Очаг |
| <input type="checkbox"/> Отопление нагретыми поверхностями | <input type="checkbox"/> Хлебопекарная печь |

с энергоносителем:

- | | | |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> жидкое топливо, дизель | <input type="checkbox"/> бурогольные брикеты | <input type="checkbox"/> электрический ток |
| <input type="checkbox"/> деревянные поленья | <input type="checkbox"/> древесные брикеты | <input type="checkbox"/> древесные пеллеты |
| <input type="checkbox"/> природный газ | <input type="checkbox"/> сжиженный газ | |
| <input type="checkbox"/> тёплый воздух | <input type="checkbox"/> горячая вода | |

В _____ (место, улица) _____ (число)

была передана согласно договору без дефектов / со следующими дефектами.

Заказчик или его представитель был обучен эксплуатации конструкции, и устно проинформирован о допустимом к использованию топливе согласно 1-му федеральному предписанию по защите от вредных выбросов (1. BImSchV). (Руководство по эксплуатации /договор/памятка о периодичности технического обслуживания, в особенности периодичности очистки)

При приёмке были переданы: _____

(например, инструкция по эксплуатации, оборудование для очистки)

Необходимо выполнить следующие работы до _____месяц/ год:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Место	Дата
Заказчик или его представитель	Исполнитель

19.5 Руководство по эксплуатации кафельной печи / открытого камина (образец)

Ваш источник тепла был построен по последнему слову техники, что делает возможным сжигание топлива в нём с особенно низкими вредными выбросами.

Предпосылкой для долгого срока службы, бесперебойного использования и соблюдения предельных значений вредных выбросов является правильное обслуживание.

Пожалуйста, прочтите внимательно это руководство по эксплуатации и следуйте нижеперечисленным указаниям, а также техническим требованиям производителя и особым предписаниям Вашего мастера по строительству кафельных печей и воздушного отопления.

1. Топливо

Ваш источник тепла может эксплуатироваться на следующем типе топлива:

- Дрова с максимальным содержанием влаги не более 20%, высушенные естественным образом на открытом воздухе
- Древесные брикеты по DIN 51731
- Каменный уголь
- Буроугольные брикеты
- Кокс
- Жидкое печное топливо EL
- Газ

(пожалуйста, отметьте крестиком нужный вид топлива)

Примечания для использования дров:

Влажная древесина горит плохо, дымит, наносит вред окружающей среде, и отдаёт меньше тепла. При сжигании свежей влажной древесины Вам понадобится вдвое больше топлива для получения одинаковой теплоотдачи.

Правильная степень сухости (20% остаточной влажности) достигается при хранении предварительно нарубленных дров на открытом воздухе, в месте, защищенном от атмосферных осадков, желательно ориентированном на южную сторону, на протяжении двух лет. Дрова желательно складировать внутри дома за два дня перед непосредственным использованием. Используйте дрова с длиной полена примерно 30 см (для открытого камина - до 50 см) и диаметром или длиной боковой стороны до 10 см. Круглые древесные кольца в любом случае должны быть расколоты, иначе дрова будут очень долго сохнуть, и плохо гореть. Обратите внимание на то, что дрова хвойных пород горят с большим треском в отличие от лиственных пород. При этом из открытой топки могут разлетаться угольки и искры.

Важно:

Сжигание отходов (в том числе газет и картона), пластика и уже обработанной древесины (например, клееной, чем-либо пропитанной древесины или прессованного картона) не допускается. При сжигании таких материалов могут выделяться ядовитые субстанции, которые подвергают опасности Вас и Ваших близких.

2. Тепловая мощность

Размеры топки и тепловая мощность Вашей новой конструкции были определены специально для Вас. Вы достигнете номинальной тепловой мощности, если в зависимости от соответствующего расхода топлива Вы положите в топку от 2 до 4 поленьев в два ряда (максимум 50% от объёма топки иликг*). Перегрев печи может привести к сбоям в работе, и вызвать её повреждение. Тепловую мощность можно при необходимости уменьшить за счёт снижения количества дров, но не за счёт снижения подачи воздуха на горение (смотрите раздел 5).

Количество дров должно уменьшаться прежде всего за счёт более редкой загрузки, так как закладка слишком малого количества дров, особенно в ещё холодную конструкцию, ведёт к образованию больших отложений сажи, сбоям в работе и загрязнению дымовой трубы.

3. Подача воздуха

Ваш мастер-печник проверил, обеспечивается ли Ваш источник тепла достаточным количеством воздуха на горение. Такие изменения, как замена или уплотнение окон или монтаж вентиляционного оборудования (например, вытяжки на кухне, вентиляции туалета или сушилка) в любом помещении Вашего дома могут негативно сказаться на подаче воздуха на горение. Пожалуйста, обратитесь в подобных случаях за консультацией к Вашему мастеру-печнику или трубочисту.

Перед розжигом открытого камина должны быть открыты запорные устройства на пути движения дымовых газов или в системе подачи воздуха на горение, которые после полного сгорания дров снова закрываются.

*) 1 полено древесины твердых пород с длиной боковой стороны 10 см и общей длиной 30 см весит примерно 1,5 кг, и имеет теплотворную способность порядка 6 кВтч.

4. Ввод в эксплуатацию (сушка)

При строительстве Вашей кафельной печи/камина печник использовал смеси, в состав которых входит вода. Конструкция должна сохнуть медленно, так как иначе это вызовет образование трещин на стенах камина или печи. В период ввода в эксплуатацию печь/камин ежедневно медленно протапливаю два раза в день в течение минимум двух недель при помощи небольшого количества сухих щепок. Во время этого периода сушки все клапаны и шиберы (кроме вертикальной каминной решётки, если есть) кафельной печи необходимо держать полностью открытыми. Рекомендуется в период сушки обращать внимание на дым из дымовой трубы: белый дым означает, что всё ещё образуется водяной пар, конструкция кафельной печи/камина ещё довольно влажная. Поэтому процедуру сушки нужно повторить.

5. Отопление

Во время розжига кафельной печи на пол топки кладут вспомогательные средства для розжига (например, таблетки для розжига, но ни в коем случае не газеты); на них укладывается несколькими слоями мягкая древесная стружка, щепки и несколько поленьев дров, а затем поджигают воспламенитель. В кафельной печи с вертикальной решёткой (внутренней дверцей), решётку (дверцу) необходимо закрыть. Если в печи предусмотрен клапан розжига, он должен открываться при плохой тяге дымовой трубы и приблизительно через 15 минут после возгорания пламени опять закрываться. В переходный период может случиться, что несмотря на эти меры не достигается достаточная тяга в дымовой трубе. В этом случае необходимо отказаться от эксплуатации источника тепла.

Когда дрова уже сгорели до углей, необходимо положить на эти угли дрова в соответствии с данными раздела 2 «Тепловая мощность». Этот процесс повторяется по мере необходимости.

Воздушный шибер или плотно закрывающаяся печная дверца (для кафельных печей с вертикальной решёткой) допускается закрывать только тогда, когда сгоревшие угли хорошо просматриваются или когда видны только маленькие голубоватые, но не жёлтые язычки пламени. Если эти устройства закрыть слишком рано, то сжигаемым дровам будет не хватать воздуха, и возникнет тлеющее горение. При этом выделяются вредные для окружающей среды газы, что может привести к вспышке в печи, в результате чего она может быть разрушена.

Если на дверце печи появляется влажный блеск дёгтеобразного налёта (сияющей сажи) с неприятным кислым запахом, это означает, что воздушный шибер или дверца были закрыты слишком рано. Внутренняя сторона дверцы печи при правильной топке всегда сухая и бело-красноватая. Должны соблюдаться особые технические условия производителя ограничителя в топке.

В открытый камин после розжига дрова добавляют по мере необходимости. Необходимо лишь обратить внимание на то, чтобы закладка дров производилась своевременно, чтобы дрова прогорали одинаково, чтобы исключить тлеющее горение.

Необходимо ещё одно дополнительное указание для пользователей: при эксплуатации открытого камина запирающие устройства подачи воздуха на горение и запирающее устройство над топкой должны быть открыты, чтобы исключить попадание дымовых газов в помещение.

6. Удаление золы

При сжигании дров образуется лишь небольшое количество остатков процесса горения. Необходимость в удалении золы может возникнуть только несколько раз за отопительный период в зависимости от интенсивности использования кафельной печи. Удаление золы необходимо провести обязательно, если высота слоя золы превышает 5 см. Зола служит подушкой для углей и никогда не должна полностью удаляться из топки кафельной печи. Зола содержит ценные минералы и наилучшим образом подходит в качестве удобрения для сада.

7. Обратите особое внимание

- Кафельную печь с открытой дверцей и открытым камин никогда не допускается эксплуатировать без надзора по причинам пожарной безопасности.
- Металлические и стеклянные части камина могут быть горячими и вызывать возгорание.
- Не размещайте горячие предметы на кафельной печи/камине (безопасное расстояние – 80 см в области излучения открытого камина, 40 см от особых печных строительных компонентов или по указаниям производителя).
- Не сжигать никаких отходов.
- Воздушный шибер кафельной печи с плотно закрывающейся дверцей, предназначенный для поддержания жара в топке или же для исключения остывания топки, закрывать только тогда, когда дрова полностью сгорели, и видны только маленькие язычки пламени голубого цвета.
- В открытом камине клапан дымовых газов закрывают после полного прекращения горения древесного угля.

Несоблюдение этих правил может привести не только к материальным убыткам, но вызвать жертвы среди людей. Эти инструкции были Вам переданы с точными пояснениями и должны быть всегда под рукой в доступном месте рядом с Вашей кафельной печью/открытым камином. По всем дальнейшим вопросам обращайтесь к Вашему мастеру-печнику.

8. Чистка и обслуживание

Кафельную поверхность Вашей кафельной печи/открытого камина можно очищать в холодном состоянии при помощи влажных салфеток. Никогда не используйте для этой цели твёрдые абразивные агрессивные чистящие средства. Стеклянные поверхности дверцы можно чистить в холодном состоянии с помощью влажной газеты с золой или с помощью мягких средств для мытья стёкол. Как любой прибор, предназначенный для отопления, так и Ваша кафельная печь/открытый камин должны быть ежегодно проверены специалистом на пригодность к использованию. Также и в том случае, если Вы редко используете свой источник тепла, рекомендуется, по крайней мере, время от времени вызывать специалиста для проведения осмотра.

Во время подобного осмотра будет проверена работоспособность и надёжность печи, а также очищены те места, до которых можно добраться только специальными приборами. Мы рекомендуем Вам заключение договора на обслуживание для сохранения надёжной работоспособности и высоких технических показателей Вашего нового источника тепла.

Ваш специалист по строительству печей
и воздушному отоплению

19.6 Образец протокола технического обслуживания

Договор технического обслуживания источника тепла по техническим правилам специалистов в области строительства печей и воздушного отопления TR-OL

Настоящий договор по контролю, обслуживанию и очистке источника тепла заключен:

между _____

и фирмой _____

- Конвекционная печь
- Центральное воздушное отопление с естественной циркуляцией
- Источник тепла для двух этажей
- Отопление нагретыми поверхностями
- Теплоаккумулирующая печь
- Отопительный камин
- Очаг
- Хлебопекарная печь

Данные обслуживаемой конструкции

Расположение:

Тип конструкции:

Производитель:

Серийный номер, тип, мощность:

.....

.....

.....

Другое:

§ 1

Обслуживание (= меры по обеспечению должного состояния, такие как контроль, санация, замена, смазка, очистка и т.д.) / вышеупомянутой конструкции/части конструкции проводится по плану раз в год, если только для отдельных частей конструкции не предписано и не согласовано более частое обслуживание.

§2

Обслуживание компонентов конструкции включает в себя:

1. Проверку помещения, в котором установлен источник тепла, особенно в части пожарной безопасности и подачи воздуха на горение.
- 2 Проверку облицовки, особенно в части наличия трещин, коррозии и других повреждений
- 3 Проверку строительных элементов, непосредственно соприкасающихся с огнём, например, печной топки, каминной топки, топочной камеры и следующих за ней поверхностей нагрева, в особенности в части повреждений и износа.
- 4 Очистка всей конструкции (например, теплоаккумулирующей камеры, каналов продуктов сгорания, соединительных элементов).
- 5 Проверка функционирования всех подвижных частей.
- 6 Проверка и, при необходимости, замена изнашиваемых частей, например, уплотнений.
- 7 Проверка измерительных, контролирующих и регулирующих устройств.
- 8 Проверка мест хранения и состояния топлива, например, определение влажности топлива.

§3 а Стоимость обслуживания

Общая стоимость обслуживания, включая НДС, проведённого обслуживания составляет ... + % НДС .

В стоимость обслуживания включены все упомянутые услуги, зарплата, затраты на транспорт и другие издержки.

§ 3 б Согласованная почасовая оплата

Согласованная почасовая оплата за выполненные услуги по обслуживанию с учётом НДС составляет +% НДС.

Расчёт производится после фактического выполнения работ по обслуживанию, включая затраты на транспорт и непредвиденные расходы.

Банковские реквизиты:

ИНН:

Руководитель компании:

В стоимость обслуживания и согласованную почасовую оплату по § 3а и §3б не включены:

1. Расходы на соответствующие заменяемые детали.
2. Расходы за работы, не предусмотренные в §2.
3. Расходы по устранению ущерба и неполадок, а также особых дополнительных услуг, за которые исполнитель не несёт ответственности, если ущерб или неполадки возникли по вине заказчика или третьих лиц, например, вследствие неправильной эксплуатации конструкции, невнимания к руководству по эксплуатации и нарушению интервалов контроля состояния конструкции, повреждения из-за халатности, поломки, изменения устройств подачи и удаления воздуха, вмешательства заказчика или третьих лиц в техническое оборудование, обеспечивающее безопасность конструкции, последующей установки арматуры или других частей, ненадлежащее использование конструкции и/или ее частей. Исполнитель не несет ответственности за возникшие вследствие этих причин повреждения здания, конструкций, связанных с водой, огнём, поломкой, взрывом или замораживанием частей конструкции и трубопроводов, если только они не вызваны грубой небрежностью исполнителя или его помощника. Исполнитель несёт ответственность за ущерб жизни, телу и здоровью при небрежном исполнении обязанностей им самим или его помощником.
4. В § 3 № 6 должно быть согласовано устранение неполадок таким образом, что исполнитель несёт расходы по оплате транспортных услуг и других издержек за устранение неполадок в работе конструкции, если они возникли не по вине заказчика вследствие ненадлежащей эксплуатации или невнимания к руководству по эксплуатации или из-за третьих лиц. Исполнитель несёт ответственность в объёме, указанном в пункте 3 (выше по тексту).

Специальные условия договора:

За работу в ночное время и работу по воскресным и в праздничным дням дополнительно взимается плата в размере за каждый час работы.

При удалённости более.....км от места расположения компании километраж и время в пути туда и обратно должны оплачиваться отдельно. Оплата за каждый километр составляет

§ 4.

Вышеуказанные цены относятся к действующим соглашениям по оплате труда заключённого договора. Первая корректировка цен в связи с изменением оплаты труда может быть проведена по истечении двенадцати месяцев после подписания контракта. Заказчик и исполнитель имеют право потребовать корректировки цены, установленной в § 3, если после заключения контракта произошли изменения в тарифах заработной платы обслуживающего персонала в связи с новым общими коммерческими договорами на эксплуатацию.

§5.

Договор заключается на срок до ____ лет, а именно в первый раз на период с ____ до _____. Договор продлевается на один год, если он не был отменён в письменной форме за четыре недели до срока окончания.

Если заказчик и исполнитель принадлежат к коммерческим фирмам, то все правовые вопросы решаются по месту нахождения коммерческого подразделения исполнителя. В случае изменения места жительства или места расположения компании договор может быть изменён или расторгнут досрочно. Об этом изменении исполнитель должен быть проинформирован. Исполнитель, подписывающий договор, обязуется добросовестно выполнять свою работу, и должен передать все компоненты конструкции после успешного обслуживания в рабочем, пригодном к эксплуатации состоянии. Заказчик письменно подтверждает выполненные работы в специальной форме подтверждения проведённого обслуживания.

Согласованная сумма оплаты обслуживания должна быть выплачена до ____ текущего договорного года. Невыплата согласованной суммы освобождает исполнителя от его обязательств. Все другие суммы по счёту должны быть оплачены в течение восьми дней с даты получения счета нетто без вычетов.

§ 6

Досрочное прекращение условий договора возможно для обеих сторон при предоставлении уважительных причин. Одной из таких причин может быть корректировка стоимости вследствие изменения тарифов по оплате труда персонала более чем на 4%. Уведомление должно быть оформлено в письменном виде.

§ 7

Срок предъявления претензий со стороны заказчика истекает через год после принятия им работы.

Место, дата

(Подпись заказчика)

(Подпись исполнителя)

19.7 Декларация о соответствии / Декларация производителя

Заказчик (имя, адрес, телефон)	Исполнитель (имя, адрес, телефон)
--------------------------------	-----------------------------------

Источник тепла соответствует действующим общедоступным правовым предписаниям и техническим правилам (TROL2006) специалистов в области строительства печей и воздушного отопления.

Строительный тип источника тепла:

- | | | | |
|---|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Теплоаккумулирующая печь | <input type="checkbox"/> Конвекционная печь | <input type="checkbox"/> Воздушное отопление с естественной циркуляцией | <input type="checkbox"/> Источник тепла для 2-х этажей |
| <input type="checkbox"/> Очаг-стол | <input type="checkbox"/> Очаг-обогреватель с развитой поверхностью | <input type="checkbox"/> Очаг-обогреватель | <input type="checkbox"/> Очаг-котёл |
| <input type="checkbox"/> Открытый камин с открытой топкой (А) | <input type="checkbox"/> Открытый камин без каминной топки | <input type="checkbox"/> Теплоаккумулирующая хлебопекарная печь | <input type="checkbox"/> Хлебопекарная печь постоянного нагрева |
| <input type="checkbox"/> Гипокауст | | | |

- Новая конструкция Год строительства: Топливо:
- Изменение конструкции

Данные о теплогенераторе:

- печная топка каминная кассета
- каминная топка компонент очага

Производитель

Тип

НоминальнаякВт; или тепловая мощность

Расход топливакг/ч

Подача воздуха на горение:

- зависимая от воздуха помещения связанная с воздухом помещения
- зависимая от воздуха помещения, с распределением подачи воздуха на горение в самом помещении
- зависимая от воздуха помещения, с закрытой системой распределения подачи воздуха на горение
- независимая от помещения

К моменту установки была вентиляционная система

(кондиционер, кухонная вытяжка, вытяжная вентиляция и т.д.):

- есть в наличии
- нет

Каналы продуктов сгорания:

- металлические
- керамические
- подогрев воды

Устройство контроля источника тепла/ системы вентиляции

- требуется
- не требуется

Огне – и теплозащита:

- стена
- пол
- перекрытие

Производитель

Тип

Тип защиты:

- кладка
- теплоизоляция базовым изоляционным материалом
- заменитель базовой теплоизоляции
- теплоизоляция с активным проветриванием
- минимальные расстояния по данным производителя

Допуск к использованию №

Установленное значениеПа

Конструкция для удаления дымовых газов:

- существующая однослойная из минеральных материалов
- новая многослойная металлическая

Данные об изоляции:

Производитель

Класс по температуре

Тип

Поперечное сечение

Толщина слоя

Эффективная высота

Дата, подпись исполнителя

19.8 Поддача воздуха на горение

19.8.1 Расчёт

Рабочая таблица для определения потребности подачи воздуха на горение для источников тепла, зависящих от воздуха помещения

Текущий номер	Обозначение помещения	Размеры помещения				Размеры помещения				Фактические размеры дверцы				Соединительные отверстия в жилое помещение 2 x 75 см ² или 1 x 150 см ²	Тепловая мощность, обеспечиваемая воздухом в кВт, колонка 9-4-0)	Кривая № из диаграммы	Учитываемая тепловая мощность кВт из диаграммы	Тепловая мощность в кВт, которая может быть обеспечена при этом (19 или 20)	Определение учитываемой тепловой мощности Q _{ит} из помещения, в котором установлен источник тепла в зависимости от объема помещения и объема воздуха на горение. См.прил. DIN 18896, приложение А, рисунок А, таблица А.	Объем помещения в м ³			
		Длина в м	Ширина в м	Площадь поверхности в м ²	Высота в м	Объем в м ³	Без уплотнения	С уплотнением	Неукороченный	1 см укороченный	1,5 см укороченный												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Меры	к следующему помещению
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
		Общая тепловая мощность (Q) включая удельную тепловую мощность единицы использования в кВт		Общая тепловая мощность (Q) включая удельную тепловую мощность единицы горения																		• 1,6 м ³ /кВт = м ³ объем воздуха	
<p>Условия: $\Sigma Q_{\text{дл}} \geq \Sigma Q_{\text{нл}} + Q_{\text{дг}}$</p> <p>1) Расчет удельной тепловой мощности по графе 4 от источника тепла на твердом топливе. - с закрытой топкой $F \dot{G} = M * M^2 * 225 \text{ кВт/м}^2 / 340 \text{ кВт/м}^2 = \text{кВт}$ $\text{кг топлива} * 8 \text{ кВт/кг} = \text{кВт}$ $Q_{\text{дг}} 225 \text{ кВт/м}^2 / 340 \text{ кВт/м}^2$ $Q_{\text{дг}} 8 \text{ кВт}$ $(12,5 \text{ м}^3/\text{ч} : 1,6 \text{ м}^3/\text{ч кВт})$</p> <p>с открытой топкой $F \dot{G} = M * M^2 * 225 \text{ кВт/м}^2 / 340 \text{ кВт/м}^2 = \text{кВт}$ $Q_{\text{дг}} 225 \text{ кВт/м}^2 / 340 \text{ кВт/м}^2$</p> <p>2) Расчет удельной тепловой мощности конструкции удаления воздуха (например, вытяжка с подключением вытяжного воздуха) $\text{Удельная тепловая мощность вентилятора в кВт} = \text{м}^3/\text{ч} : 1,6 \text{ м}^3/\text{ч кВт} = \text{кВт}$</p> <p>3) Номинальная мощность действительна для сжигания жидкого топлива и газа. Удельная тепловая мощность при работе с твердым топливом л.б. определена. 4) Значение из графы 4 не вычитать, если эта тепловая мощность покрывается отдельным подводом воздуха на горение (например, канал подачи воздуха на горение). 5) Не дополнять, если значение в графе 19 отрицательное, или если помещение не имеет окон и в нём нет источника тепла. 6) Эти графы заполняют, если значение в графе 19 положительное. 7) 225 кВт/м² (360 м³/м²) если открытый камин (OK) является единственным источником тепла в жилом помещении. 340 кВт/м² (540 м³/м²) если к системе распределения воздуха подключены другие источники тепла.</p>																							
<p>AN = Пристройба AR = Помещение, с источником тепла AZ = Кабинет / Бюро BL = Склад топлива BR = Цех BZ = Ванная EZ = Столовая FL = Холл / Лестница / Прихожая GA = Гарж GZ = Гостевая комната HA = Зал (привход, или торговый) HR = Обогреваемое помещение HW = Домашняя мастерская KR = Подвал KU = Кухня KZ = Детская LR = Кладовая SR = Кладовая (подпол) SZ = Спальная комната TR = Техническое помещение/габ.бр VR = Топовое помещение с топливом WG = Зимний сад WZ = Жилая комната</p> <p>BO = Печь для ванной OK = Открытый камин RH = Пеллетрешатель SG = Теплоаккумуляторная печь из горючего камня UW = Пеллетрешатель, парувальниковой воды VE = Вентилятор (удаление воздуха) конструкция для удаления воздуха -DIN 18017 часть 3 вытяжка (удаление воздуха) сушилки (удаление воздуха) VW = Бойлер WK = Комбинированный водонагреватель LE = Воздухоподогреватель</p> <p>BA = Хлебобулочная печь BR = Сушилка DW = Прочный полиуретановый GK = Коммерческие кухонные приборы HK = Отопительный котел HD = Очаг HO = Отопительный очаг GO = Кафельная печь, газовая KE = Каминная топка, каминная кокетка KH = Кафельная печь с печной топкой KO = Печь с каминной топкой KW = Комбинированный водонагреватель LE = Воздухоподогреватель</p>																							

19.8.2 Таблица поперечного сечения/диаметра (действительна для $\Delta p = 4 \text{ Pa}$)

Воздуховод для подачи воздуха на горение Поперечное сечение / диаметр в зависимости от количества топлива в кг

$\Delta p = 4 \text{ Па}$

$$A_v = 2,1517 * V_r * \sqrt{\sum \xi \Delta p}$$

Число поворотов на 90°, длина фактическая и эквивалентная	8,0	108	126	144	162	180	198	217	235	253	271	289	307	325	343	361	379	397	415	433	451	469	487	505	523	541	559	577	595	613	631	650	668	686	704	722	cm2
7,5	12	13	14	14	15	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	30	30	cm2
7,0	105	123	140	158	175	193	210	228	245	263	281	298	316	333	351	368	386	403	421	438	456	473	491	508	526	544	561	579	596	614	631	649	666	684	701	cm2	
6,5	11	12	13	14	15	16	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	30	30	30	cm2	
6,0	102	119	136	153	170	187	204	221	238	255	272	289	306	323	340	357	374	391	408	425	442	459	476	493	510	527	544	561	578	595	612	629	646	663	680	cm2	
5,5	11	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	30	30	30	cm2	
5,0	99	115	132	148	165	181	198	214	231	247	264	280	296	313	329	346	362	379	395	412	428	445	461	478	494	511	527	544	560	576	593	609	626	642	659	cm2	
4,5	97	113	130	146	162	178	194	211	227	243	259	275	291	308	324	340	356	372	389	405	421	437	453	470	486	502	518	534	551	567	583	599	615	632	648	cm2	
4,0	95	111	127	143	159	175	191	207	223	239	255	271	286	302	318	334	350	366	382	398	414	430	446	461	477	493	509	525	541	557	573	589	605	621	636	cm2	
3,5	94	109	125	141	156	172	188	203	219	234	250	266	281	297	313	328	344	359	375	391	406	422	438	453	469	484	500	516	531	547	563	578	594	609	625	cm2	
3,0	92	107	123	138	153	169	184	199	215	230	245	261	276	291	307	322	337	353	368	383	399	414	429	445	460	475	491	506	521	537	552	567	583	598	613	cm2	
2,5	90	105	120	135	150	165	180	195	210	226	241	256	271	286	301	316	331	346	361	376	391	406	421	436	451	466	481	496	511	526	541	556	571	586	601	cm2	
2,0	88	103	118	133	147	162	177	192	206	221	236	250	265	280	295	309	324	339	354	368	383	398	412	427	442	457	471	486	501	516	530	545	560	575	589	cm2	
1,5	87	101	115	130	144	159	173	187	202	216	231	245	260	274	288	303	317	332	346	361	375	389	404	418	433	447	461	476	490	505	519	534	548	562	577	cm2	
1,0	85	99	113	127	141	155	169	183	197	212	226	240	254	268	282	296	310	324	339	353	367	381	395	409	423	437	451	465	480	494	508	522	536	550	564	cm2	
Воздух м³	38	44	50	56	63	69	75	81	88	94	100	106	113	119	125	131	138	144	150	156	163	169	175	181	188	194	200	206	213	219	225	231	238	244	250	cm³	
Дрова кг	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	kg	






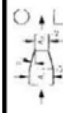
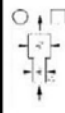
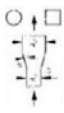



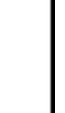




www.gewölp.de

Для определения диаметра воздуховода вы двигаетесь вверх, исходя из количества дров, заданных производителем или руководствуясь требуемым объемом воздуха, до пересечения с соответствующим числом поворотов, указанных слева. В точке пересечения Вы можете увидеть желаемый диаметр или соответствующее поперечное сечение. При этом действуют следующие условия: 1 поворот на 45° имеет одинаковую величину с 0,5 поворотом на 90°, фактическая длина трубы пересчитана эквивалентно "поворотам трубы". При этом длина 1 м гладкой трубы (стальной лист) соответствует 0,5 поворота трубы. В таблице учтены сопротивления защитной внешней решетки, отсека с решеткой, воздушного клапана и 1 выпускной решетки - или в качестве альтернативы подключения к прибору/свободный выход из канала. Для каналов с шероховатой поверхностью нужно выбирать больше диаметр. Живое поперечное сечение защитной внешней решетки должно быть в 1,5 раза больше выбранного поперечного сечения канала.

Пример расчета: Вы запланировали 3 поворота и длину 5 м. Длина трубы 5 м соответствует эквивалентным 2,5 поворотам. При использовании таблицы выберите, пожалуйста, значение не менее 5,5 поворотов трубы и минимальный диаметр 21 см при расходе топлива 10 кг. Для каналов с шероховатой поверхностью диаметр на 1 см больше = 22 см). Если сечение по таблице не соответствует реально возможному сечению, выберите, пожалуйста, обязательно следующий большой диаметр. При выборе меньшего диаметра не гарантируется достаточная подача воздуха на горение.

19.8.3 Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объеме потока 20 м³/ч

Массовый расход воздуха 20 м³/ч


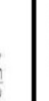





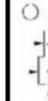

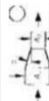
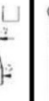
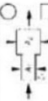
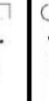
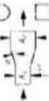

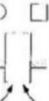








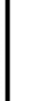


Тип воздуховода	Круглые воздуховоды										Прямоугольные воздуховоды									
	Ø 100	Ø 125	Ø 150	Ø 160	Ø 180	Ø 200	3 Lig.	250/100	100/100	100/160	100/315	160/160	160/200	160/250	160/315	200/315	200/500	150/150		
	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	
Отдельные местные сопротивления																				
 90°-Поворот, короткий	0,31	0,13	0,06	0,05	0,03	0,02	0,05	0,01	0,04	0,21	0,08	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
 90°-Поворот, средний	0,08	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
 90°-Поворот, длинный	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
 90°-Поворот из сегментов, короткий	0,44	0,18	0,09	0,07	0,04	0,03	0,08	0,02	0,05	0,30	0,12	0,03	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,06
 90°-Поворот из сегментов, средний	0,17	0,07	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,11	0,05	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
 90°-Поворот из сегментов, длинный	0,09	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
 45°-Поворот, короткий	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
 45°-Поворот, средний	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
 45°-Поворот, длинный	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
 45°-Поворот из сегментов	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
 45°-Фалыц	0,10	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
 внезапное сужение, незначительное	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
 внезапное сужение, сильное	0,10	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
 постепенное сужение, незначительное	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
 постепенное сужение, сильное	0,27	0,11	0,05	0,04	0,03	0,02	0,05	0,01	0,03	0,18	0,07	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,04
 внезапное расширение, незначительное	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
внезапное расширение, сильное	0,15	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,10	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
постепенное расширение, незначительное	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
постепенное расширение, сильное	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Приток, решётка, отсек и переход	0,65	0,27	0,13	0,10	0,06	0,04	0,11	0,02	0,08	0,43	0,17	0,05	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,09
Приток в открытый стож (открытая шахта, стож)	0,24	0,10	0,05	0,04	0,02	0,01	0,04	0,01	0,03	0,16	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Выход через жалюзийную решётку 30°	0,51	0,21	0,10	0,08	0,05	0,03	0,09	0,02	0,06	0,34	0,14	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,07
Выход свободный	0,34	0,14	0,07	0,05	0,03	0,02	0,06	0,01	0,04	0,23	0,09	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,05
Воздушный канал полностью открытый (или открытый канал)	0,12	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,08	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Сопротивление трения																				
Потери давления в гладком канале	Па/м	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Потери давления в шероховатом канале	Па/м	0,08	0,03	0,02	0,01	0,01														
Потери давления в гофрированном канале	Па/м	0,12	0,05	0,02	0,02	0,01														

19.8.5 Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объемном потоке 60 м³/ч

Массовый расход воздуха 60 м³/ч

Тип воздуховода		Круглые воздуховоды												Прямоугольные воздуховоды																			
		Ø 100				Ø 125				Ø 150				Ø 160				Ø 180				Ø 200											
		Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa								
	90°-Поворот, короткий	2,76	1,13	0,55	0,42	0,26	0,17	0,48	0,10	0,32	1,85	0,74	0,21	0,28	0,18	0,12	0,28	0,08	0,09	0,49	0,20	0,06	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,05	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
	90°-Поворот, средний	0,74	0,30	0,15	0,11	0,07	0,05	0,13	0,03	0,09	0,49	0,20	0,06	0,08	0,05	0,03	0,04	0,05	0,05	0,31	0,12	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
	90°-Поворот, длинный	0,46	0,19	0,09	0,07	0,04	0,03	0,08	0,02	0,05	0,31	0,12	0,04	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05	0,31	0,12	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
	90°-Поворот из сегментов, короткий	3,99	1,64	0,79	0,61	0,38	0,25	0,70	0,14	0,46	2,67	1,07	0,31	0,41	0,26	0,17	0,31	0,09	0,09	0,46	0,20	0,06	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
	90°-Поворот из сегментов, средний	1,54	0,63	0,30	0,23	0,15	0,10	0,27	0,05	0,18	1,03	0,41	0,12	0,16	0,10	0,07	0,12	0,04	0,04	0,49	0,20	0,06	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
	90°-Поворот из сегментов, длинный	0,77	0,31	0,15	0,12	0,07	0,05	0,13	0,03	0,09	0,51	0,21	0,06	0,08	0,05	0,03	0,06	0,05	0,05	0,31	0,12	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
	45°-Поворот, короткий	0,28	0,11	0,05	0,04	0,03	0,02	0,05	0,01	0,03	0,19	0,07	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
	45°-Поворот, средний	0,15	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,10	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
	45°-Поворот, длинный	0,12	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,08	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
	45°-Поворот из сегментов	0,61	0,25	0,12	0,09	0,06	0,04	0,11	0,02	0,07	0,41	0,16	0,05	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
45°-Фальц	0,92	0,38	0,18	0,14	0,09	0,06	0,16	0,03	0,11	0,62	0,25	0,07	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
внезапное сужение, незначительное	0,15	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,10	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
внезапное сужение, сильное	0,89	0,36	0,18	0,14	0,08	0,06	0,16	0,03	0,10	0,60	0,24	0,07	0,09	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
постепенное сужение, незначительное	0,61	0,25	0,12	0,09	0,06	0,04	0,11	0,02	0,07	0,41	0,16	0,05	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
несильное сужение, сильное	2,46	1,01	0,49	0,37	0,23	0,15	0,43	0,09	0,29	1,64	0,66	0,19	0,25	0,16	0,10	0,07	0,04	0,04	0,29	0,10	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
внезапное расширение, незначительное	0,09	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
внезапное расширение, сильное	1,38	0,57	0,27	0,21	0,13	0,09	0,24	0,05	0,16	0,93	0,37	0,11	0,14	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,37	0,10	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
постепенное расширение, незначительное	0,15	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,10	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
постепенное расширение, сильное	0,46	0,19	0,09	0,07	0,04	0,03	0,08	0,02	0,05	0,31	0,12	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
Приток, решётка, отсек и переход	5,84	2,39	1,15	0,89	0,56	0,36	1,02	0,20	0,68	3,91	1,56	0,45	0,60	0,38	0,25	0,16	0,10	0,10	0,68	0,25	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
Приток в открытый стож (открытая шахта, стож)	2,15	0,88	0,42	0,33	0,20	0,13	0,38	0,07	0,25	1,44	0,57	0,16	0,22	0,14	0,09	0,06	0,04	0,04	0,25	0,08	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
Выход через жалюзийную решётку 30°	4,61	1,89	0,91	0,70	0,44	0,29	0,81	0,16	0,54	3,08	1,23	0,35	0,47	0,30	0,20	0,13	0,08	0,08	0,54	0,20	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
Выход свободный	3,07	1,26	0,61	0,47	0,29	0,19	0,54	0,11	0,36	2,06	0,82	0,23	0,31	0,20	0,13	0,08	0,05	0,05	0,36	0,13	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
Воздушный канал полностью открытый (или открытый канал)	1,04	0,43	0,21	0,16	0,10	0,07	0,18	0,04	0,12	0,70	0,28	0,08	0,11	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,12	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
Сопротивление трения																																	
Потери давления в гладком канале		Па/м	0,11	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
Потери давления в шероховатом канале		Па/м	0,25	0,10	0,05	0,04	0,02	0,02	0,05	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			
Потери давления в гофрированном канале		Па/м	0,37	0,15	0,07	0,06	0,04	0,02	0,06	0,03	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			

19.8.6 Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объемном потоке 80 м³/чМассовый расход воздуха 80 м³/ч






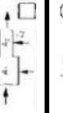
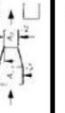
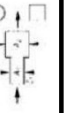
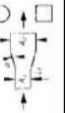
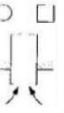
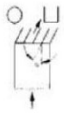





Тип воздуховода	Круглые воздуховоды												Прямоугольные воздуховоды											
	Ø 100	Ø 125	Ø 150	Ø 160	Ø 180	Ø 200	2l.г.	3 l.г.	250/100	100/100	100/160	100/315	160/160	160/200	160/250	160/315	200/315	200/500	150/150					
	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па				
 90°-Поворот, короткий	4,91	2,01	0,97	0,75	0,47	0,31	0,86	0,17	0,57	3,29	1,31	0,38	0,50	0,32	0,21	0,14	0,08	0,04	0,04	0,65				
 90°-Поворот, средний	1,31	0,54	0,26	0,20	0,12	0,08	0,23	0,05	0,15	0,88	0,35	0,10	0,13	0,09	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01	0,17				
 90°-Поворот, длинный	0,82	0,34	0,16	0,12	0,08	0,05	0,14	0,03	0,10	0,55	0,22	0,06	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,11				
 90°-Поворот из сегментов, короткий	7,10	2,91	1,40	1,08	0,68	0,44	1,24	0,25	0,82	4,75	1,90	0,54	0,72	0,47	0,30	0,20	0,12	0,05	0,05	0,94				
 90°-Поворот из сегментов, средний	2,73	1,12	0,54	0,42	0,26	0,17	0,48	0,09	0,32	1,83	0,73	0,21	0,28	0,18	0,12	0,08	0,05	0,02	0,02	0,36				
 90°-Поворот из сегментов, длинный	1,37	0,56	0,27	0,21	0,13	0,09	0,24	0,05	0,16	0,91	0,36	0,10	0,14	0,09	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01	0,18				
 45°-Поворот, короткий	0,49	0,20	0,10	0,07	0,05	0,03	0,09	0,02	0,06	0,33	0,13	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,06				
 45°-Поворот, средний	0,27	0,11	0,05	0,04	0,03	0,02	0,05	0,01	0,03	0,18	0,07	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04				
 45°-Поворот, длинный	0,22	0,09	0,04	0,03	0,02	0,01	0,04	0,01	0,03	0,15	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03				
 45°-Поворот из сегментов	1,09	0,45	0,22	0,17	0,10	0,07	0,19	0,04	0,13	0,73	0,29	0,08	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,14				
 45°-Фалы	1,64	0,67	0,32	0,25	0,16	0,10	0,29	0,06	0,19	1,10	0,44	0,13	0,17	0,11	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,22				
 внезапное сужение, незначительное	0,27	0,11	0,05	0,04	0,03	0,02	0,05	0,01	0,03	0,18	0,07	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04				
 внезапное сужение, сильное	1,58	0,65	0,31	0,24	0,15	0,10	0,28	0,05	0,18	1,06	0,42	0,12	0,16	0,10	0,07	0,04	0,03	0,01	0,01	0,21				
 постепенное сужение, незначительное	1,09	0,45	0,22	0,17	0,10	0,07	0,19	0,04	0,13	0,73	0,29	0,08	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,14				
 неслышное сужение, сильное	4,37	1,79	0,86	0,67	0,42	0,27	0,77	0,15	0,51	2,92	1,17	0,33	0,45	0,29	0,19	0,12	0,08	0,03	0,03	0,58				
 внезапное расширение, незначительное	0,16	0,07	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,11	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02				
 внезапное расширение, сильное	2,46	1,01	0,49	0,37	0,23	0,15	0,43	0,09	0,29	1,64	0,66	0,19	0,25	0,16	0,10	0,07	0,04	0,02	0,02	0,32				
 постепенное расширение, незначительное	0,27	0,11	0,05	0,04	0,03	0,02	0,05	0,01	0,03	0,18	0,07	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04				
 постепенное расширение, сильное	0,82	0,34	0,16	0,12	0,08	0,05	0,14	0,03	0,10	0,55	0,22	0,06	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,11				
 Приток, решётка, отсек и переход	10,37	4,25	2,05	1,58	0,99	0,65	1,82	0,36	1,20	6,94	2,77	0,79	1,06	0,68	0,44	0,29	0,18	0,08	0,01	1,37				
 Приток в открытый стояк (открытая шахта, ст	3,82	1,57	0,75	0,58	0,36	0,24	0,67	0,13	0,44	2,56	1,02	0,29	0,39	0,25	0,16	0,11	0,07	0,03	0,03	0,51				
 Выход через жалюзийную решётку 30°	8,19	3,35	1,62	1,25	0,78	0,51	1,44	0,28	0,95	5,48	2,19	0,63	0,84	0,54	0,35	0,23	0,14	0,06	0,06	1,08				
 Выход свободный	5,46	2,24	1,08	0,83	0,52	0,34	0,96	0,19	0,63	3,65	1,46	0,42	0,56	0,36	0,23	0,15	0,09	0,04	0,04	0,72				
 Воздушный канал полностью открытый (или открытый канал)	1,86	0,76	0,37	0,28	0,18	0,12	0,33	0,06	0,22	1,24	0,50	0,14	0,19	0,12	0,08	0,05	0,03	0,01	0,01	0,25				
Сопротивление трения																								
 Потери давления в гладком канале	Па/м	0,14	0,06	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02											0,02				
 Потери давления в шероховатом канале	Па/м	0,34	0,14	0,07	0,05	0,03	0,02			0,28	0,12	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00					
 Потери давления в гофрированном канале	Па/м	0,49	0,20	0,10	0,08	0,05	0,03																	

19.8.7 Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объемном потоке 100 м³/ч

Массовый расход воздуха 100 м³/ч

Тип воздуховода	Круглые воздуховоды												Прямоугольные воздуховоды																																							
	Ø 100				Ø 125				Ø 150				Ø 160				Ø 180				Ø 200																															
	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па	Па																								
Отдельные местные сопротивления	7,68	3,15	1,52	1,17	0,73	0,48	2,05	0,84	0,40	0,31	0,20	0,13	1,35	0,27	0,89	5,14	2,05	0,59	0,78	0,50	0,33	0,21	1,35	0,27	0,89	5,14	2,05	0,59	0,78	0,50	0,33	0,21	1,35	0,27	0,89	5,14	2,05	0,59	0,78	0,50	0,33	0,21	1,35	0,27	0,89	5,14	2,05	0,59	0,78	0,50	0,33	0,21
90°-Поворот, короткий	2,05	0,84	0,40	0,31	0,20	0,13	1,28	0,52	0,25	0,20	0,12	0,08	0,36	0,07	0,24	1,37	0,55	0,16	0,21	0,13	0,09	0,06	0,36	0,07	0,24	1,37	0,55	0,16	0,21	0,13	0,09	0,06	0,36	0,07	0,24	1,37	0,55	0,16	0,21	0,13	0,09	0,06	0,36	0,07	0,24	1,37	0,55	0,16	0,21	0,13	0,09	0,06
90°-Поворот, средний	1,09	0,45	0,21	0,16	0,10	0,07	1,28	0,52	0,25	0,20	0,12	0,08	0,22	0,04	0,15	0,86	0,34	0,10	0,13	0,08	0,05	0,04	0,22	0,04	0,15	0,86	0,34	0,10	0,13	0,08	0,05	0,04	0,22	0,04	0,15	0,86	0,34	0,10	0,13	0,08	0,05	0,04	0,22	0,04	0,15	0,86	0,34	0,10	0,13	0,08	0,05	0,04
90°-Поворот, длинный	4,27	1,75	0,84	0,65	0,41	0,27	1,09	0,45	0,21	0,16	0,10	0,07	1,95	0,38	1,29	7,42	2,96	0,85	1,13	0,73	0,47	0,31	1,95	0,38	1,29	7,42	2,96	0,85	1,13	0,73	0,47	0,31	1,95	0,38	1,29	7,42	2,96	0,85	1,13	0,73	0,47	0,31	1,95	0,38	1,29	7,42	2,96	0,85	1,13	0,73	0,47	0,31
90°-Поворот из сегментов, короткий	2,13	0,87	0,42	0,33	0,20	0,13	1,75	0,75	0,38	0,29	0,18	0,12	0,75	0,15	0,50	2,85	1,14	0,33	0,44	0,28	0,18	0,12	0,75	0,15	0,50	2,85	1,14	0,33	0,44	0,28	0,18	0,12	0,75	0,15	0,50	2,85	1,14	0,33	0,44	0,28	0,18	0,12	0,75	0,15	0,50	2,85	1,14	0,33	0,44	0,28	0,18	0,12
90°-Поворот из сегментов, средний	0,77	0,31	0,15	0,12	0,07	0,05	0,87	0,42	0,21	0,16	0,10	0,07	0,13	0,03	0,09	0,51	0,21	0,06	0,08	0,05	0,03	0,02	0,13	0,03	0,09	0,51	0,21	0,06	0,08	0,05	0,03	0,02	0,13	0,03	0,09	0,51	0,21	0,06	0,08	0,05	0,03	0,02	0,13	0,03	0,09	0,51	0,21	0,06	0,08	0,05	0,03	0,02
90°-Поворот из сегментов, длинный	0,43	0,17	0,08	0,07	0,04	0,03	0,42	0,16	0,08	0,06	0,04	0,03	0,07	0,01	0,05	0,29	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,07	0,01	0,05	0,29	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,07	0,01	0,05	0,29	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,07	0,01	0,05	0,29	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01
45°-Поворот, короткий	0,34	0,14	0,07	0,05	0,03	0,02	0,34	0,14	0,07	0,05	0,03	0,02	0,06	0,01	0,04	0,23	0,09	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,06	0,01	0,04	0,23	0,09	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,06	0,01	0,04	0,23	0,09	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,06	0,01	0,04	0,23	0,09	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01
45°-Поворот, средний	1,71	0,70	0,34	0,26	0,16	0,11	0,70	0,34	0,16	0,11	0,07	0,05	0,30	0,06	0,20	1,14	0,46	0,13	0,17	0,11	0,07	0,05	0,30	0,06	0,20	1,14	0,46	0,13	0,17	0,11	0,07	0,05	0,30	0,06	0,20	1,14	0,46	0,13	0,17	0,11	0,07	0,05	0,30	0,06	0,20	1,14	0,46	0,13	0,17	0,11	0,07	0,05
45°-Поворот, длинный	2,56	1,05	0,51	0,39	0,24	0,16	1,05	0,51	0,26	0,19	0,12	0,08	0,45	0,09	0,30	1,71	0,68	0,20	0,26	0,17	0,11	0,07	0,45	0,09	0,30	1,71	0,68	0,20	0,26	0,17	0,11	0,07	0,45	0,09	0,30	1,71	0,68	0,20	0,26	0,17	0,11	0,07	0,45	0,09	0,30	1,71	0,68	0,20	0,26	0,17	0,11	0,07
45°-Фалыц	0,43	0,17	0,08	0,07	0,04	0,03	0,17	0,08	0,04	0,03	0,02	0,01	0,07	0,01	0,05	0,29	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,07	0,01	0,05	0,29	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,07	0,01	0,05	0,29	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,07	0,01	0,05	0,29	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01
внезапное сужение, незначительное	2,47	1,01	0,49	0,38	0,24	0,15	0,49	0,38	0,24	0,15	0,09	0,06	0,43	0,09	0,29	1,66	0,66	0,19	0,25	0,16	0,11	0,07	0,43	0,09	0,29	1,66	0,66	0,19	0,25	0,16	0,11	0,07	0,43	0,09	0,29	1,66	0,66	0,19	0,25	0,16	0,11	0,07	0,43	0,09	0,29	1,66	0,66	0,19	0,25	0,16	0,11	0,07
внезапное сужение, сильное	1,71	0,70	0,34	0,26	0,16	0,11	0,70	0,34	0,16	0,11	0,07	0,05	0,30	0,06	0,20	1,14	0,46	0,13	0,17	0,11	0,07	0,05	0,30	0,06	0,20	1,14	0,46	0,13	0,17	0,11	0,07	0,05	0,30	0,06	0,20	1,14	0,46	0,13	0,17	0,11	0,07	0,05	0,30	0,06	0,20	1,14	0,46	0,13	0,17	0,11	0,07	0,05
постепенное сужение, незначительное	6,83	2,80	1,35	1,04	0,65	0,43	2,80	1,35	0,65	0,43	0,27	0,18	1,20	0,24	0,79	4,57	1,82	0,52	0,70	0,45	0,29	0,19	1,20	0,24	0,79	4,57	1,82	0,52	0,70	0,45	0,29	0,19	1,20	0,24	0,79	4,57	1,82	0,52	0,70	0,45	0,29	0,19	1,20	0,24	0,79	4,57	1,82	0,52	0,70	0,45	0,29	0,19
несильное сужение, сильное	0,26	0,10	0,05	0,04	0,02	0,02	0,10	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,17	0,07	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,17	0,07	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,17	0,07	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,17	0,07	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01
внезапное расширение, незначительное	3,84	1,57	0,76	0,59	0,37	0,24	1,57	0,76	0,37	0,24	0,15	0,09	0,67	0,13	0,45	2,57	1,03	0,29	0,39	0,25	0,16	0,11	0,67	0,13	0,45	2,57	1,03	0,29	0,39	0,25	0,16	0,11	0,67	0,13	0,45	2,57	1,03	0,29	0,39	0,25	0,16	0,11	0,67	0,13	0,45	2,57	1,03	0,29	0,39	0,25	0,16	0,11
внезапное расширение, сильное	0,43	0,17	0,08	0,07	0,04	0,03	0,17	0,08	0,04	0,03	0,02	0,01	0,07	0,01	0,05	0,29	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,07	0,01	0,05	0,29	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,07	0,01	0,05	0,29	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,07	0,01	0,05	0,29	0,11	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01
постепенное расширение, незначительное	1,28	0,52	0,25	0,20	0,12	0,08	0,52	0,25	0,12	0,08	0,05	0,03	0,22	0,04	0,15	0,86	0,34	0,10	0,13	0,08	0,05	0,04	0,22	0,04	0,15	0,86	0,34	0,10	0,13	0,08	0,05	0,04	0,22	0,04	0,15	0,86	0,34	0,10	0,13	0,08	0,05	0,04	0,22	0,04	0,15	0,86	0,34	0,10	0,13	0,08	0,05	0,04
постепенное расширение, сильное	16,21	6,64	3,20	2,47	1,54	1,01	6,64	3,20	1,54	1,01	0,65	0,43	2,84	0,56	1,88	10,85	4,33	1,24	1,66	1,06	0,69	0,45	2,84	0,56	1,88	10,85	4,33	1,24	1,66	1,06	0,69	0,45	2,84	0,56	1,88	10,85	4,33	1,24	1,66	1,06	0,69	0,45	2,84	0,56	1,88	10,85	4,33	1,24	1,66	1,06	0,69	0,45
Приток, решётка, отсек и переход	5,97	2,45	1,18	0,91	0,57	0,37	2,45	1,18	0,57	0,37	0,22	0,14	1,05	0,21	0,69	4,00	1,60	0,46	0,61	0,39	0,25	0,16	1,05	0,21	0,69	4,00	1,60	0,46	0,61	0,39	0,25	0,16	1,05	0,21	0,69	4,00	1,60	0,46	0,61	0,39	0,25	0,16	1,05	0,21	0,69	4,00	1,60	0,46	0,61	0,39	0,25	0,16
Приток в открытый стояк (открытая шахта, стояк)	12,80	5,24	2,53	1,95	1,22	0,80	5,24	2,53	1,22	0,80	0,50	0,32	2,24	0,44	1,49	8,56	3,42	0,98	1,31	0,84	0,55	0,35	2,24	0,44	1,49	8,56	3,42	0,98	1,31	0,84	0,55	0,35	2,24	0,44	1,49	8,56	3,42	0,98	1,31	0,84	0,55	0,35	2,24	0,44	1,49	8,56	3,42	0,98	1,31	0,84	0,55	0,35
Выход через жалюзийную решётку 30°	8,53	3,49	1,69	1,30	0,81	0,53	3,49	1,69	0,81	0,53	0,32	0,20	1,50	0,30	0,99	5,71	2,28	0,65	0,87	0,56	0,36	0,24	1,50	0,30	0,99	5,71	2,28	0,65	0,87	0,56	0,36	0,24	1,50	0,30	0,99	5,71	2,28	0,65	0,87	0,56	0,36	0,24	1,50	0,30	0,99	5,71	2,28	0,65	0,87	0,56	0,36	0,24
Выход свободный	2,90	1,19	0,57	0,44	0,28	0,18	1,19	0,57	0,28	0,18	0,11	0,07	0,51	0,10	0,34	1,94	0,78	0,22	0,30	0,19	0,12	0,08	0,51	0,10	0,34	1,94	0,78	0,22	0,30	0,19	0,12	0,08	0,51	0,10	0,34	1,94	0,78	0,22	0,30	0,19	0,12	0,08	0,51	0,10	0,34	1,94	0,78	0,22	0,30	0,19	0,12	0,08
Воздушный канал полностью открытый (или открытый канал)																																																				
Сопротивление трения																																																				
Потери давления в гладком канале	0,18	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,04	0,01	0,03	0,35	0,14	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04	0,01	0,03	0,35	0,14	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04	0,01	0,03	0,35	0,14	0,05	0,05														

19.8.9 Таблица для расчёта требуемого давления воздуха при объемном потоке 140 м³/чМассовый расход воздуха 140 м³/ч

Тип воздуховода	Круглые воздуховоды										Прямоугольные воздуховоды																
	Ø 100	Ø 125	Ø 150	Ø 160	Ø 180	Ø 200	2Lig.	3Lig.	250/100	100/100	100/160	100/200	160/160	160/200	160/250	200/160	200/250	200/315	200/500	150/150							
Отдельные местные сопротивления	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa						
	15,05	6,16	2,97	2,30	1,43	0,94	2,64	0,52	1,75	10,07	4,02	1,15	1,54	0,99	0,64	0,41	0,26	0,11	1,99	0,26	0,11	1,99					
	4,01	1,64	0,79	0,61	0,38	0,25	0,70	0,14	0,47	2,69	1,07	0,31	0,41	0,26	0,17	0,11	0,07	0,03	0,53	0,11	0,07	0,03	0,53				
	2,51	1,03	0,50	0,38	0,24	0,16	0,44	0,09	0,29	1,68	0,67	0,19	0,26	0,16	0,11	0,07	0,04	0,02	0,33	0,07	0,04	0,02	0,33				
	21,74	8,90	4,29	3,32	2,07	1,36	3,81	0,75	2,52	14,55	5,81	1,66	2,22	1,43	0,93	0,60	0,37	0,16	2,87	0,60	0,37	0,16	2,87				
	8,36	3,42	1,65	1,28	0,80	0,52	1,47	0,29	0,97	5,60	2,23	0,64	0,85	0,55	0,36	0,23	0,14	0,06	1,11	0,23	0,14	0,06	1,11				
	4,18	1,71	0,83	0,64	0,40	0,26	0,73	0,14	0,49	2,80	1,12	0,32	0,43	0,27	0,18	0,12	0,07	0,03	0,55	0,12	0,07	0,03	0,55				
	1,50	0,62	0,30	0,23	0,14	0,09	0,26	0,05	0,17	1,01	0,40	0,12	0,15	0,10	0,06	0,04	0,03	0,01	0,20	0,04	0,03	0,01	0,20				
	0,84	0,34	0,17	0,13	0,08	0,05	0,15	0,03	0,10	0,56	0,22	0,06	0,09	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01	0,11	0,02	0,01	0,01	0,11				
	0,67	0,27	0,13	0,10	0,06	0,04	0,12	0,02	0,08	0,45	0,18	0,05	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,09	0,02	0,01	0,00	0,09				
	3,34	1,37	0,66	0,51	0,32	0,21	0,59	0,12	0,39	2,24	0,89	0,26	0,34	0,22	0,14	0,09	0,06	0,02	0,44	0,09	0,06	0,02	0,44				
	5,02	2,05	0,99	0,77	0,48	0,31	0,88	0,17	0,58	3,36	1,34	0,38	0,51	0,33	0,21	0,14	0,09	0,04	0,66	0,21	0,14	0,09	0,04	0,66			
	0,84	0,34	0,17	0,13	0,08	0,05	0,15	0,03	0,10	0,56	0,22	0,06	0,09	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01	0,11	0,02	0,01	0,01	0,11				
	4,85	1,99	0,96	0,74	0,46	0,30	0,85	0,17	0,56	3,25	1,30	0,37	0,50	0,32	0,21	0,13	0,08	0,04	0,64	0,21	0,13	0,08	0,04	0,64			
	3,34	1,37	0,66	0,51	0,32	0,21	0,59	0,12	0,39	2,24	0,89	0,26	0,34	0,22	0,14	0,09	0,06	0,02	0,44	0,26	0,14	0,09	0,06	0,44			
	13,38	5,48	2,64	2,04	1,27	0,84	2,35	0,46	1,55	8,95	3,57	1,02	1,37	0,88	0,57	0,37	0,23	0,10	1,77	3,57	1,02	0,37	0,23	1,77			
	0,50	0,21	0,10	0,08	0,05	0,03	0,09	0,02	0,06	0,34	0,13	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,07	0,04	0,03	0,01	0,00	0,07			
	7,52	3,08	1,49	1,15	0,72	0,47	1,32	0,26	0,87	5,04	2,01	0,58	0,77	0,49	0,32	0,21	0,13	0,05	0,99	2,01	0,58	0,32	0,21	0,99			
	0,84	0,34	0,17	0,13	0,08	0,05	0,15	0,03	0,10	0,56	0,22	0,06	0,09	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01	0,11	0,22	0,06	0,02	0,01	0,11			
	2,51	1,03	0,50	0,38	0,24	0,16	0,44	0,09	0,29	1,68	0,67	0,19	0,26	0,16	0,11	0,07	0,04	0,02	0,33	0,67	0,19	0,07	0,04	0,02	0,33		
	31,77	13,01	6,28	4,85	3,03	1,99	5,57	1,10	3,69	21,26	8,49	2,43	3,24	2,09	1,36	0,88	0,55	0,23	4,20	8,49	2,43	0,88	0,55	0,23	4,20		
	11,71	4,79	2,31	1,79	1,12	0,73	2,05	0,41	1,36	7,83	3,13	0,89	1,20	0,77	0,50	0,32	0,20	0,08	1,55	3,13	0,89	0,32	0,20	0,08	1,55		
	25,08	10,27	4,95	3,83	2,39	1,57	4,40	0,87	2,91	16,79	6,70	1,92	2,56	1,65	1,07	0,69	0,43	0,18	3,32	6,70	1,92	1,07	0,69	0,43	3,32		
	16,72	6,85	3,30	2,55	1,59	1,05	2,93	0,58	1,94	11,19	4,47	1,28	1,71	1,10	0,71	0,46	0,29	0,12	2,21	4,47	1,28	0,71	0,46	0,29	2,21		
	5,69	2,33	1,12	0,87	0,54	0,36	1,00	0,20	0,66	3,81	1,52	0,43	0,58	0,37	0,24	0,16	0,10	0,04	0,75	1,52	0,43	0,37	0,24	0,16	0,10	0,04	0,75
Сопротивление трения	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м	Pa/м			
Потери давления в гладком канале	0,25	0,10	0,05	0,04	0,02	0,02	0,06	0,01	0,04	0,48	0,20	0,07	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,04	0,20	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	
Потери давления в шероховатом канале	0,59	0,24	0,12	0,09	0,06	0,04	0,11	0,02	0,07	0,48	0,20	0,07	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,04	0,20	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	
Потери давления в гофрированном канале	0,86	0,35	0,17	0,13	0,08	0,05	0,14	0,03	0,08	0,48	0,20	0,07	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,04	0,20	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	

19.8.10

Таблица подбора теплоизоляции воздуховодов для подачи воздуха на горение

Таблица подбора
 достаточной толщины теплоизоляции в см воздуховодов подачи воздуха на горение для изоляционных материалов с WLG 040

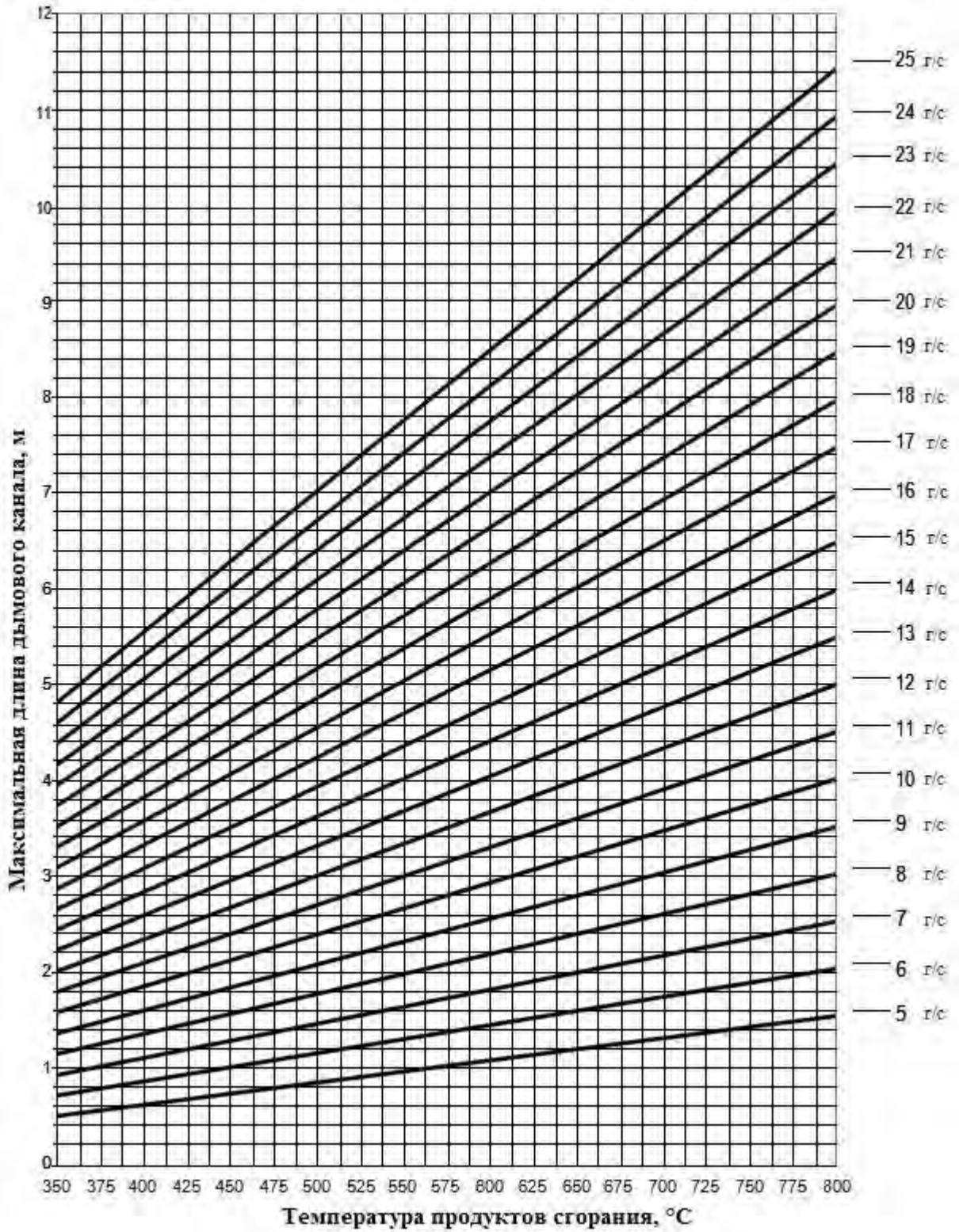
Температура помещения в °С	Средняя относительная влажность												
	Тамбуры, сухие склады, отопляемые помещения			Жилые помещения			Влажные помещения						
	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%					
2													4,8
4												2,6	5,4
6										1,6		2,8	6,1
8					1,1					1,8		3,1	6,8
10		0,3	0,5	0,8	1,2					1,9		3,3	7,5
12		0,3	0,5	0,8	1,3					2,0		3,6	8,0
14		0,4	0,6	0,9	1,4					2,2		3,8	8,6
16		0,4	0,6	1,0	1,5					2,3		4,1	9,2
18		0,4	0,7	1,1	1,6					2,5		4,2	9,8
20		0,5	0,8	1,1	1,7					2,6		4,4	10,4
22		0,5	0,8	1,2	1,8					2,7		4,6	11,1
24		0,5	0,9	1,3	1,9					2,9		4,8	11,7
26	0,3	0,6	0,9	1,3	1,9					3,0		5,0	12,3

Исходные данные для расчета: Теплопроводность, WLG 40 0,04 Вт/м*К
 Самая низкая наружная температура по DIN EN 13384 - 15°C
 Коэффициент теплопередачи через трубы в здании 8 Вт/м2*К

19.9 Конвекционная печь

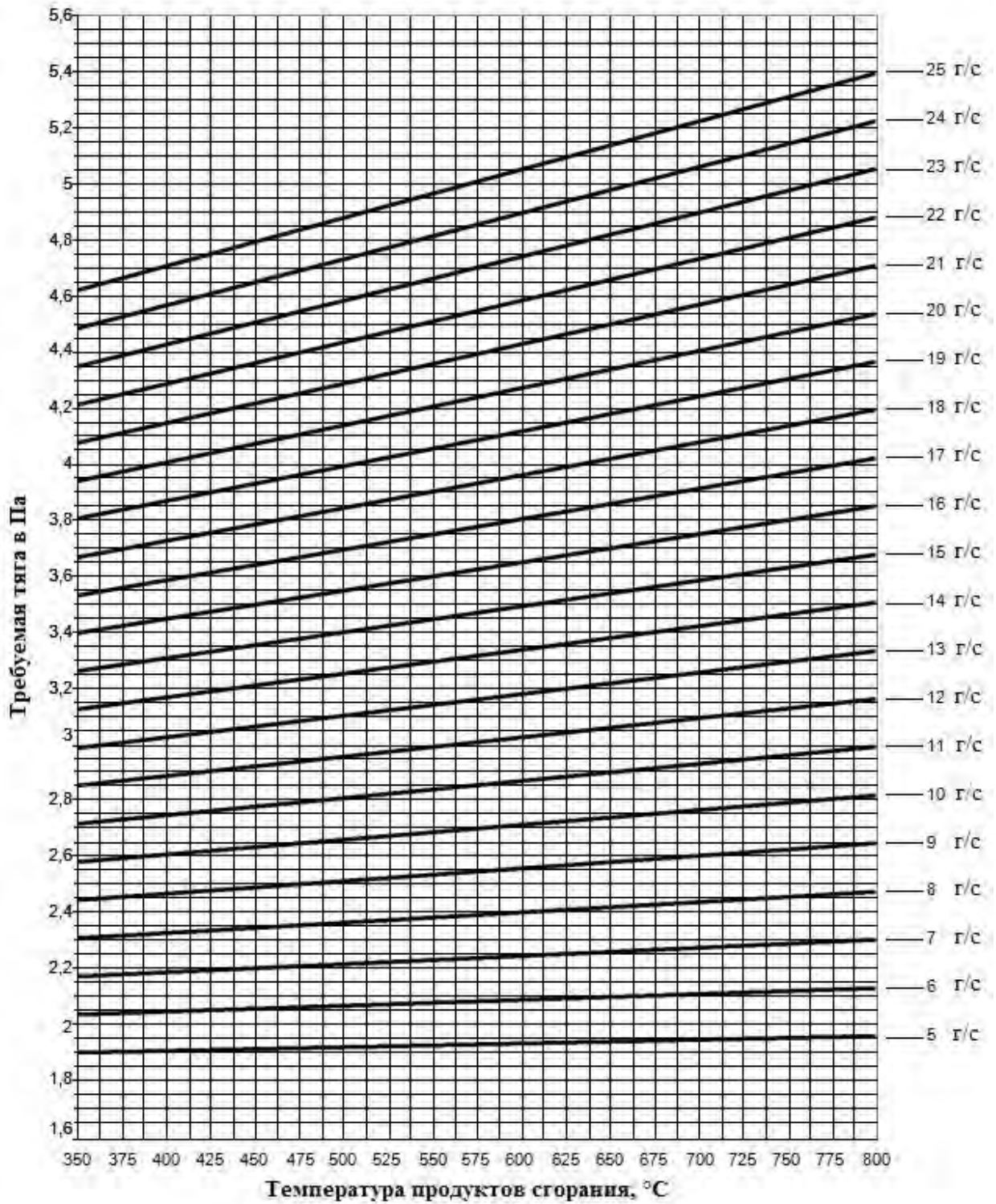
19.9.1 Диаграмма 15.1: Максимальная длина дымового канала системы 1

максимальная длина дымового канала системы 1



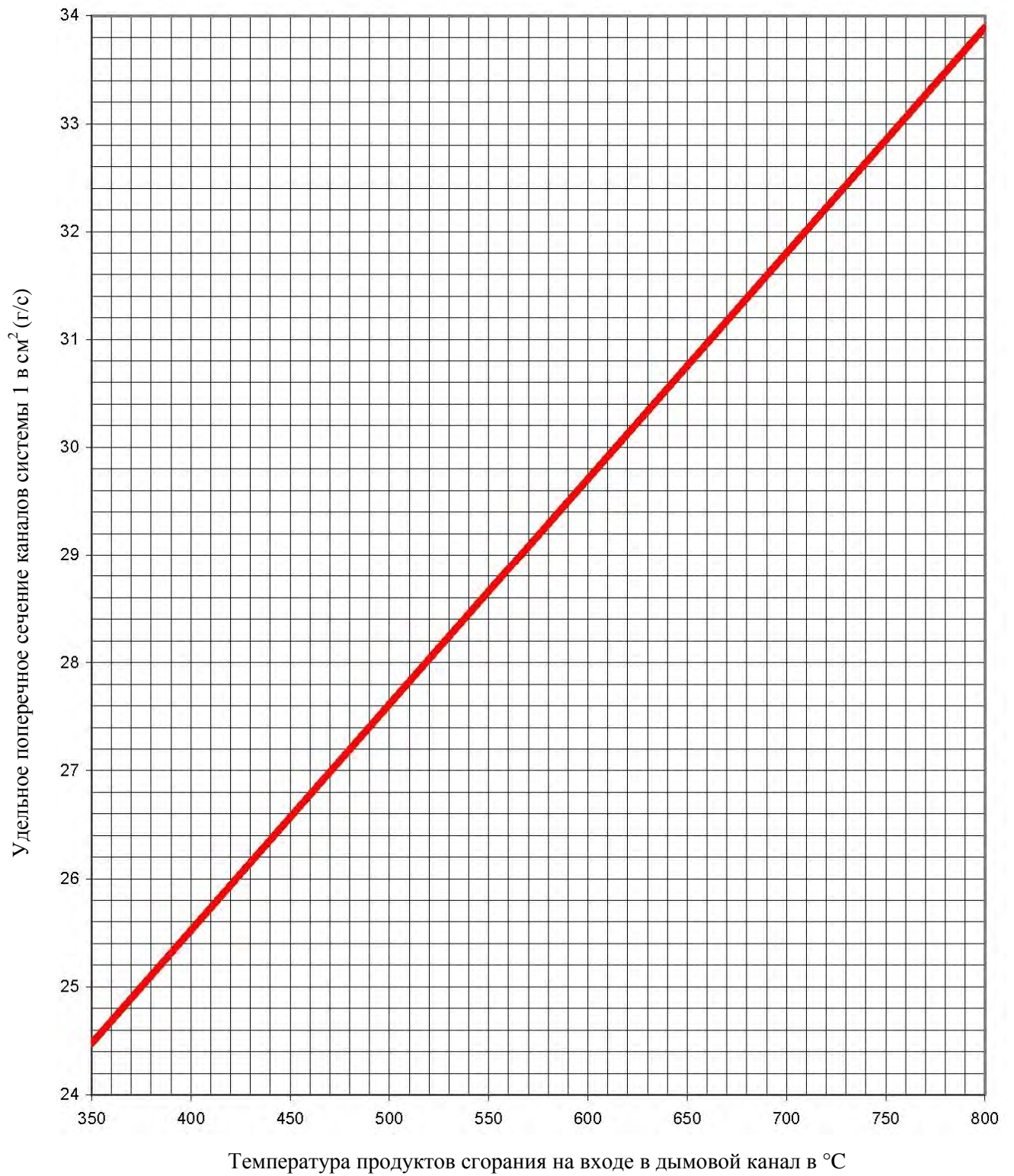
19.9.2 Диаграмма 15.2: Требуемая тяга в дымовых каналах системы 1

Требуемая тяга в дымовых каналах системы 1



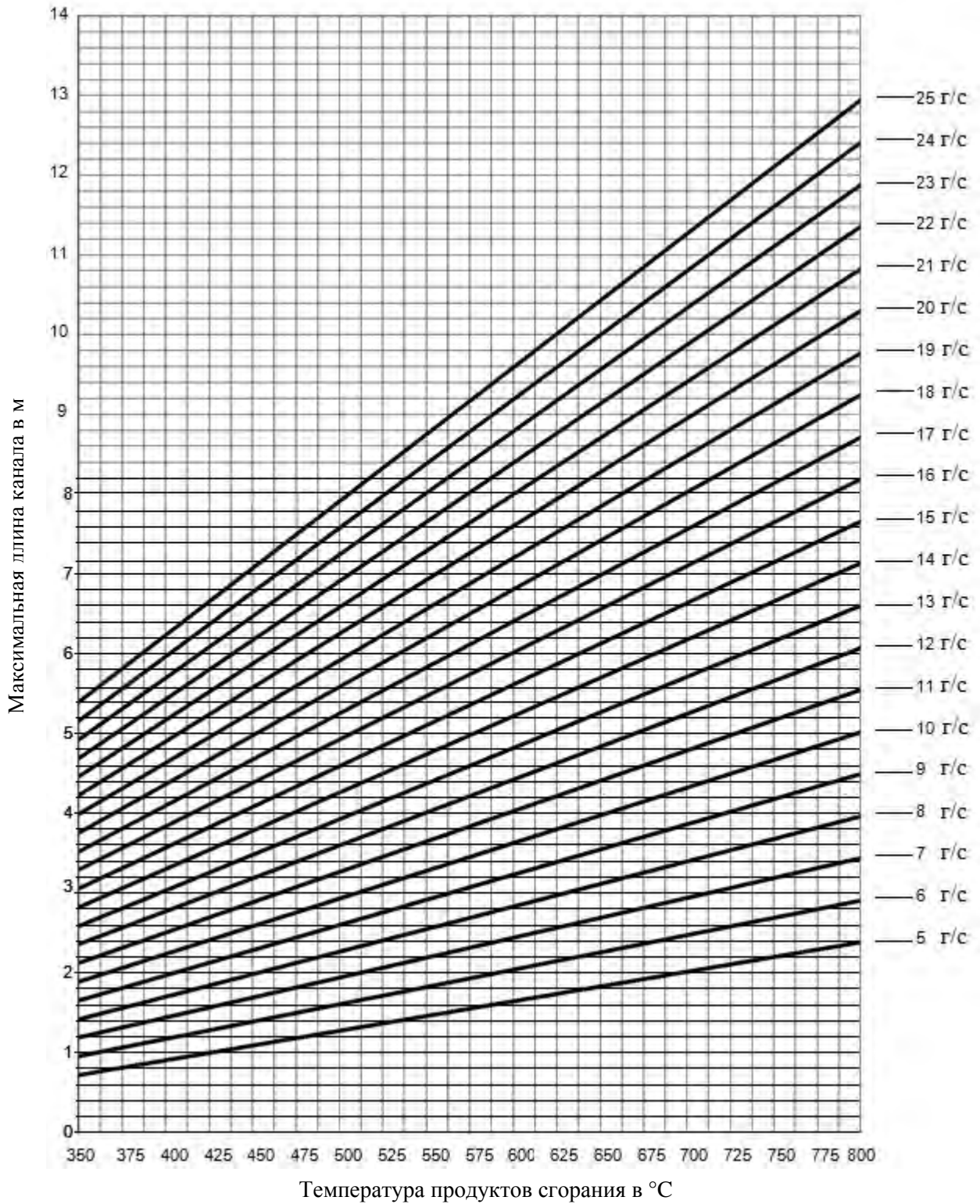
19.9.3 Диаграмма 15.3: удельное поперечное сечение каналов системы 1

Удельное поперечное сечение каналов системы 1



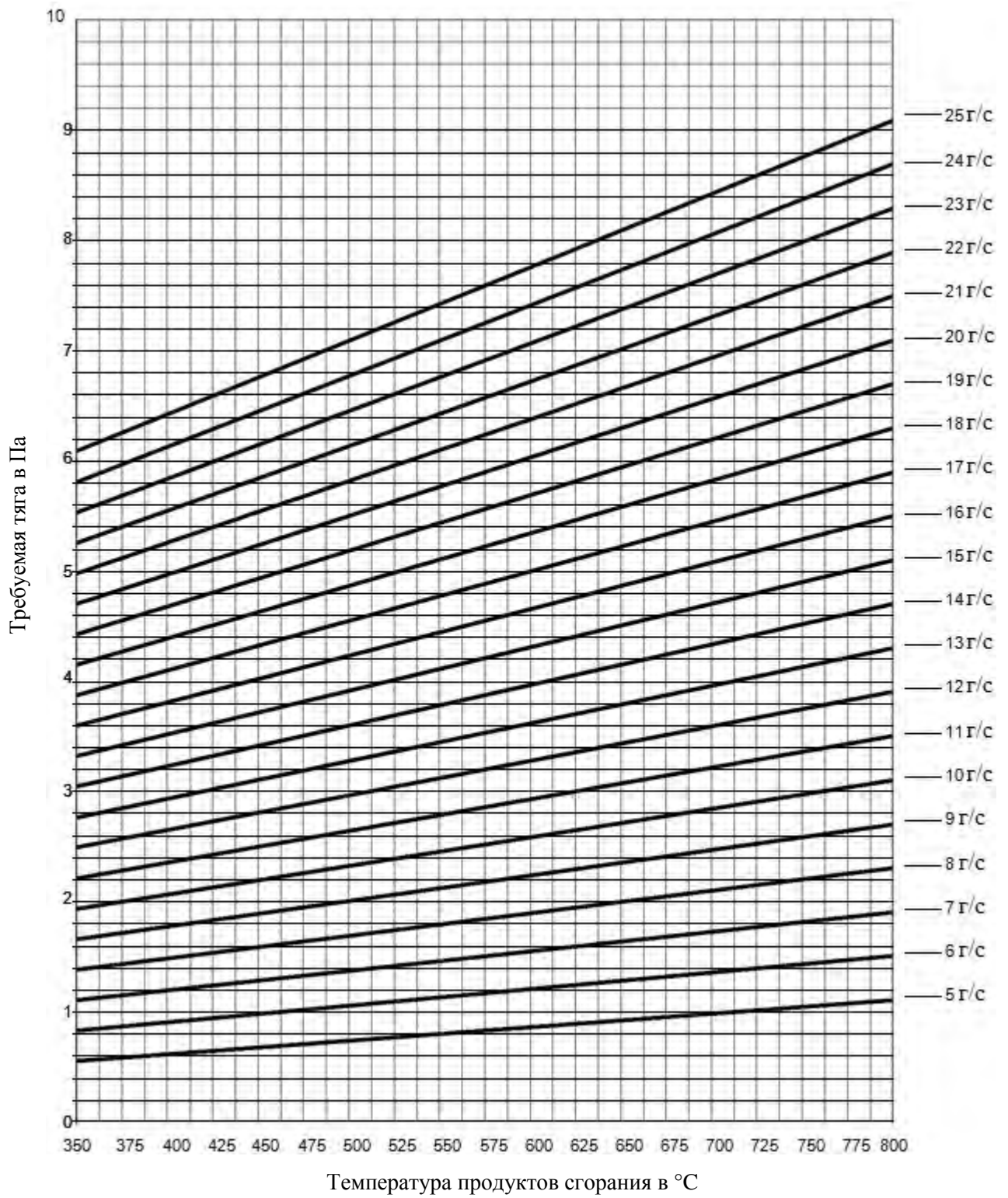
19.9.4 Диаграмма 15.4: Максимальная длина дымового канала системы 2

Максимальная длина дымового канала системы 2



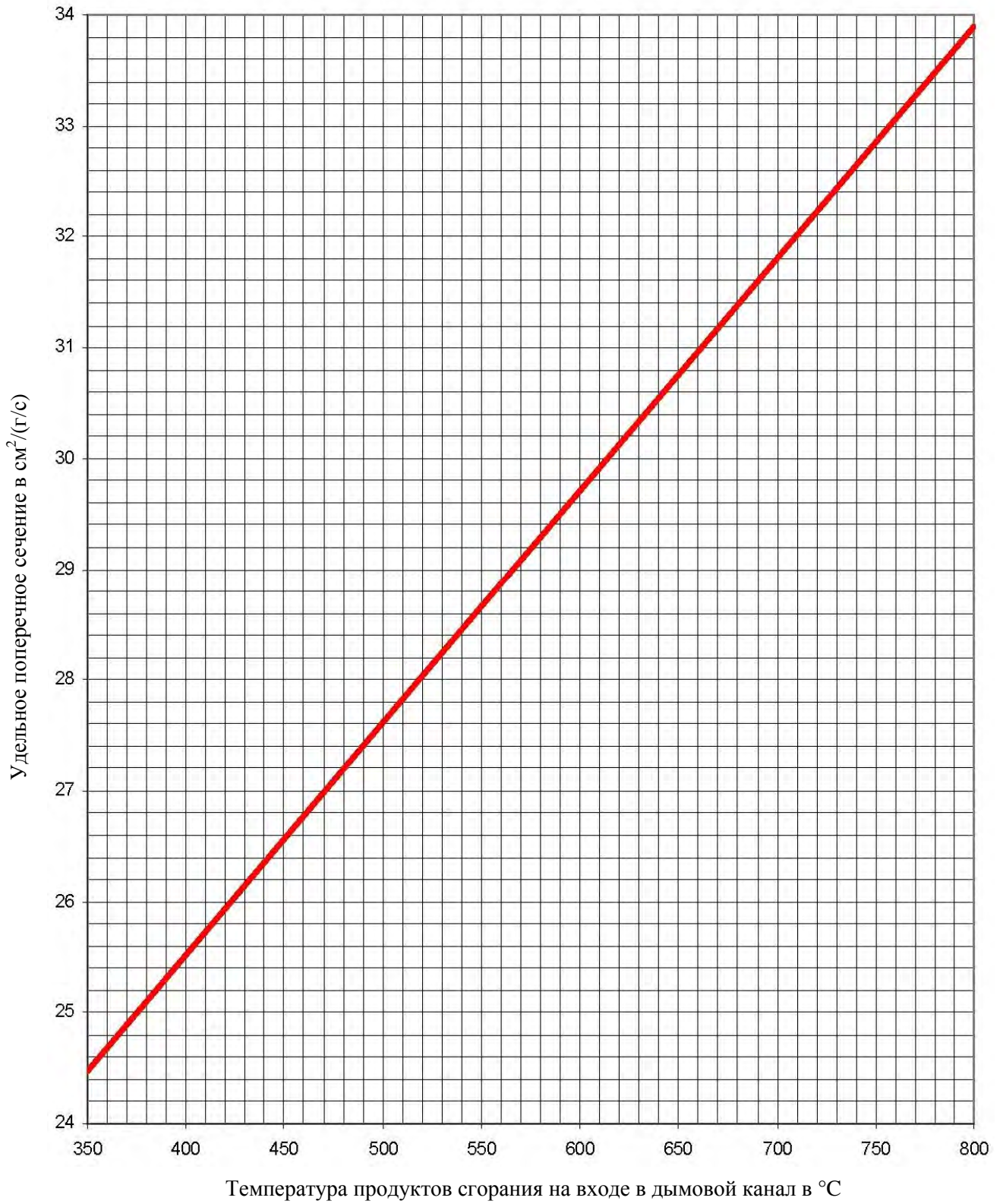
19.9.5 Диаграмма 15.5: Требуемая тяга в дымовом канале системы 2

Требуемая тяга в дымовом канале системы 2



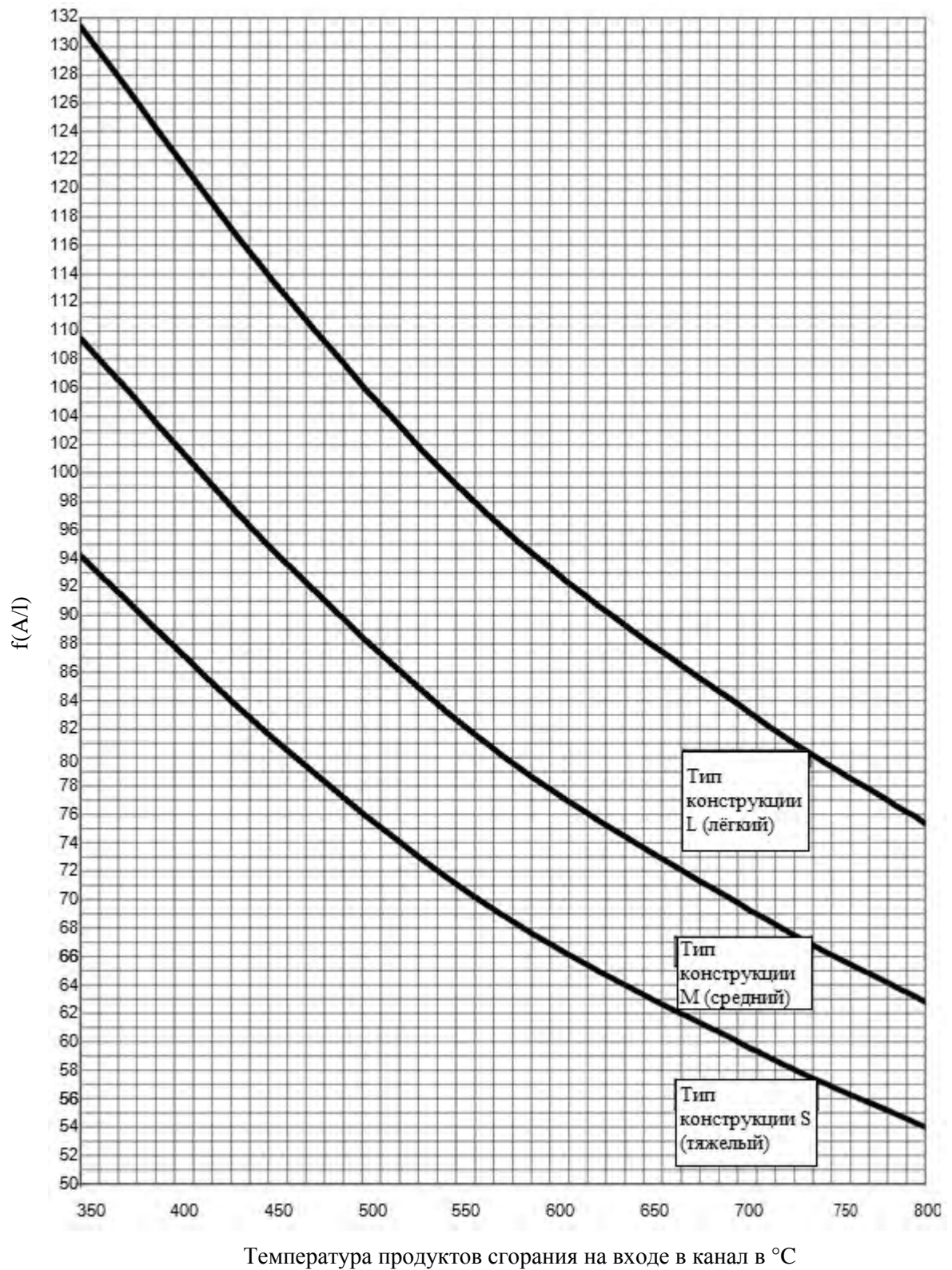
19.9.6 Диаграмма 15.6: Удельное поперечное сечение канала системы 2

Удельное поперечное сечение канала системы 2



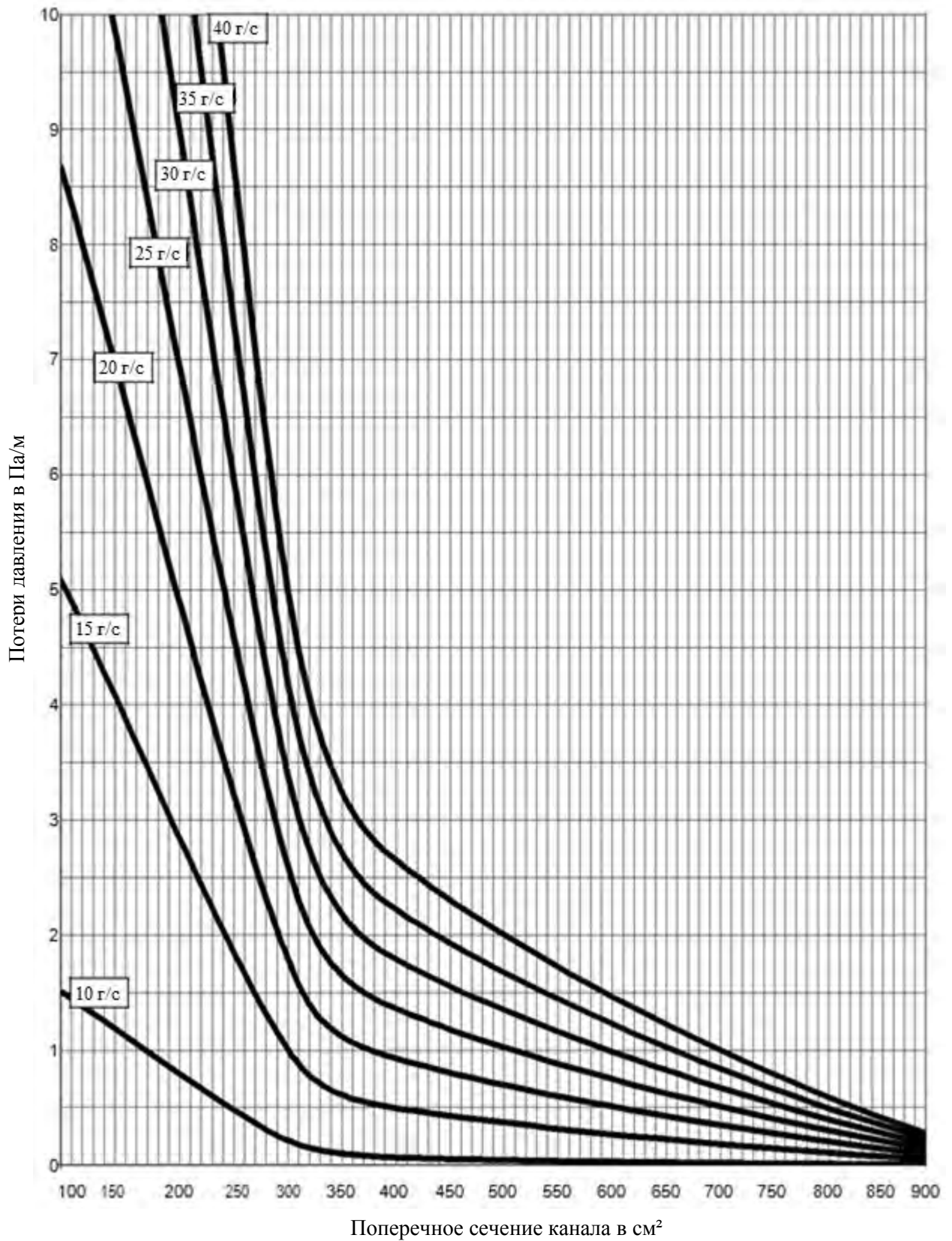
19.9.7 Диаграмма 15.7: Определение коэффициента $f(A/l)$

Коэффициент $f(A/l)$



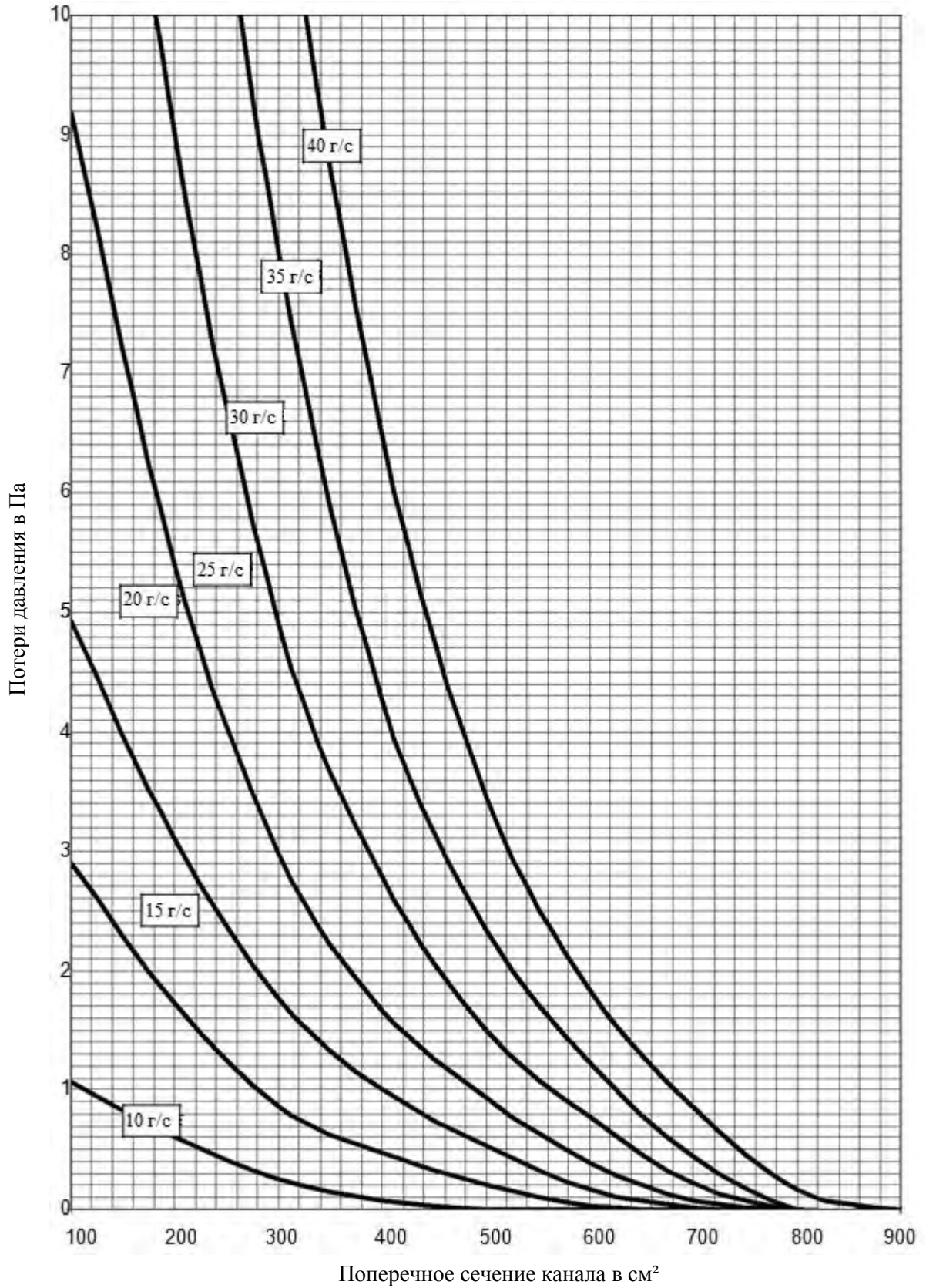
19.9.8 Диаграмма 15.8: Потери давления на метр длины канала

Потери давления на трение в канале.



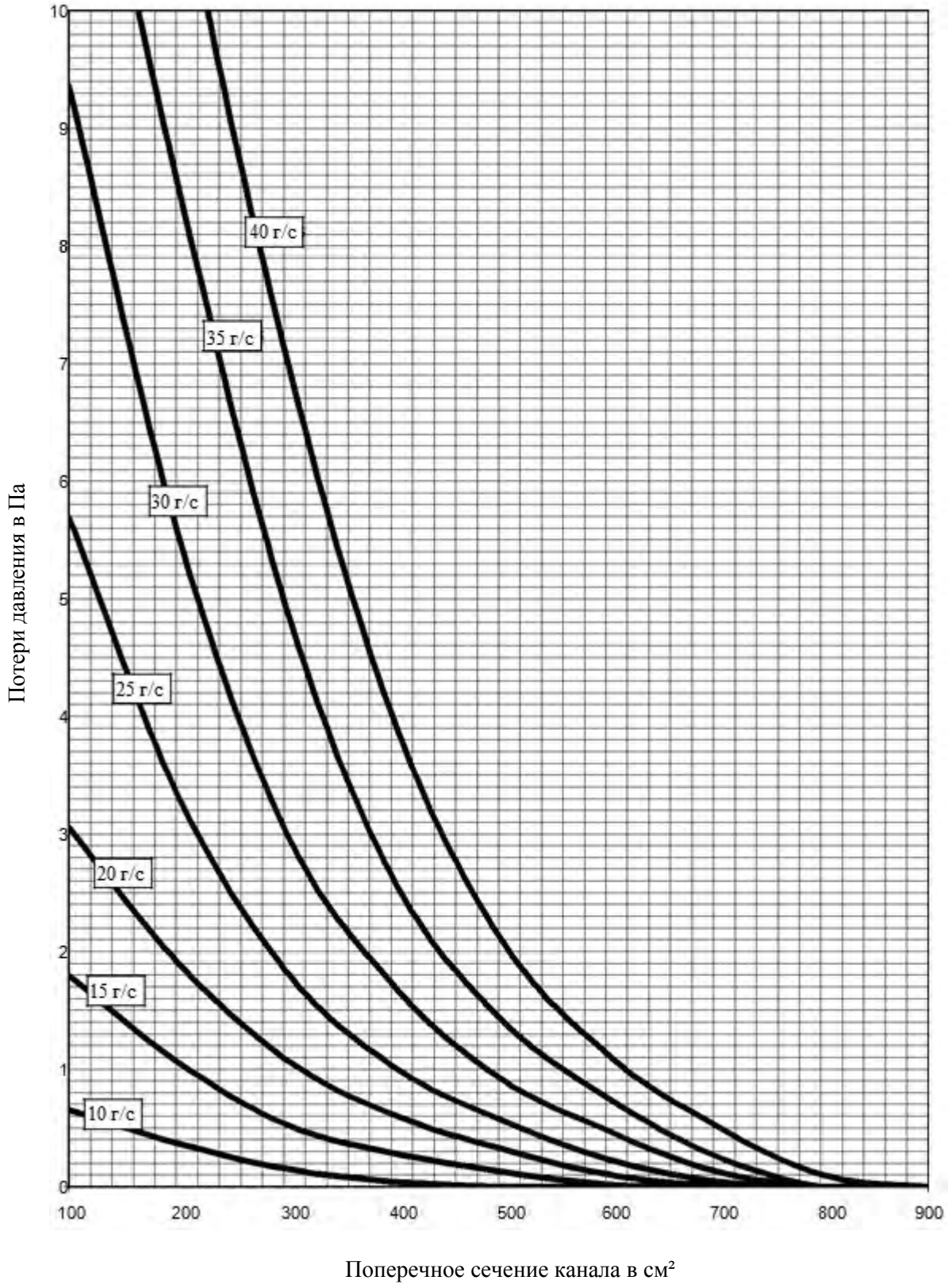
19.9.9 **Диаграмма 15.9: Потери давления в канале прямоугольного сечения при повороте на 90°**

Потери давления в канале прямоугольного сечения при повороте на 90°



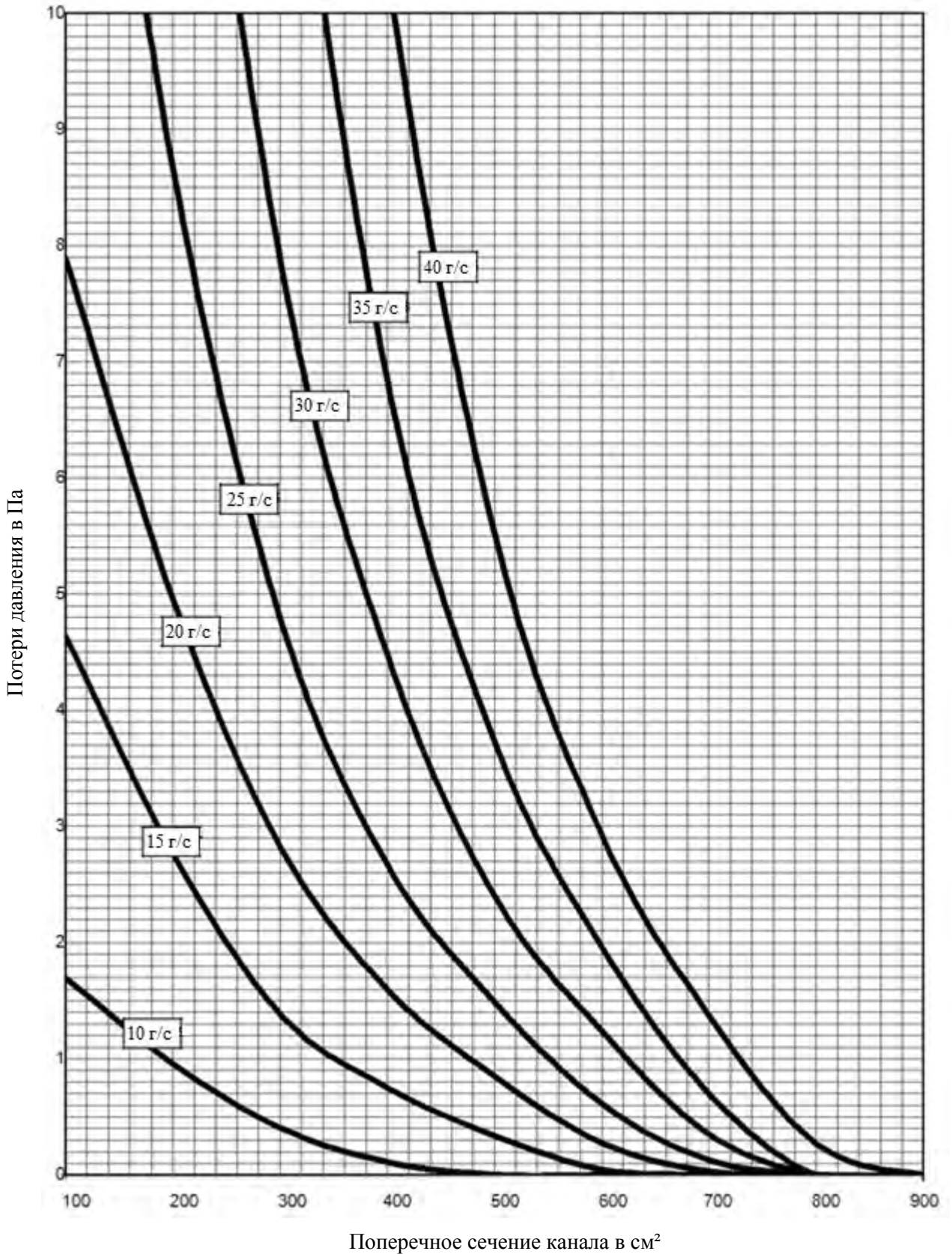
19.9.10 Диаграмма 15.10: Потери давления в канале круглого сечения при повороте на 90°

Потери давления при повороте на 90°, круглое сечение.



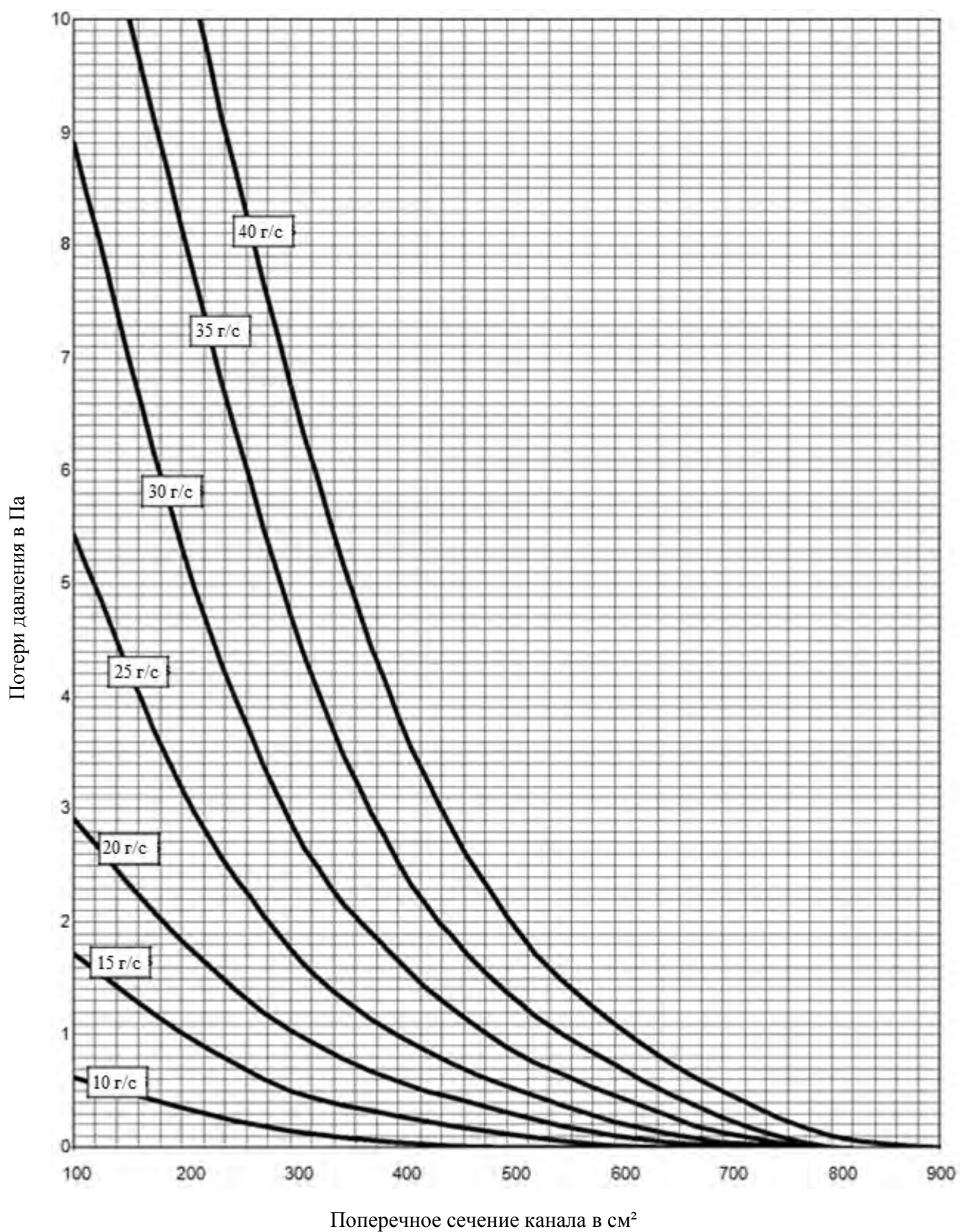
19.9.11 **Диаграмма 15.11: Потери давления в канале прямоугольного сечения при изменении направления движения на 180°**

Потери давления в канале прямоугольного сечения при изменении направления движения на 180°



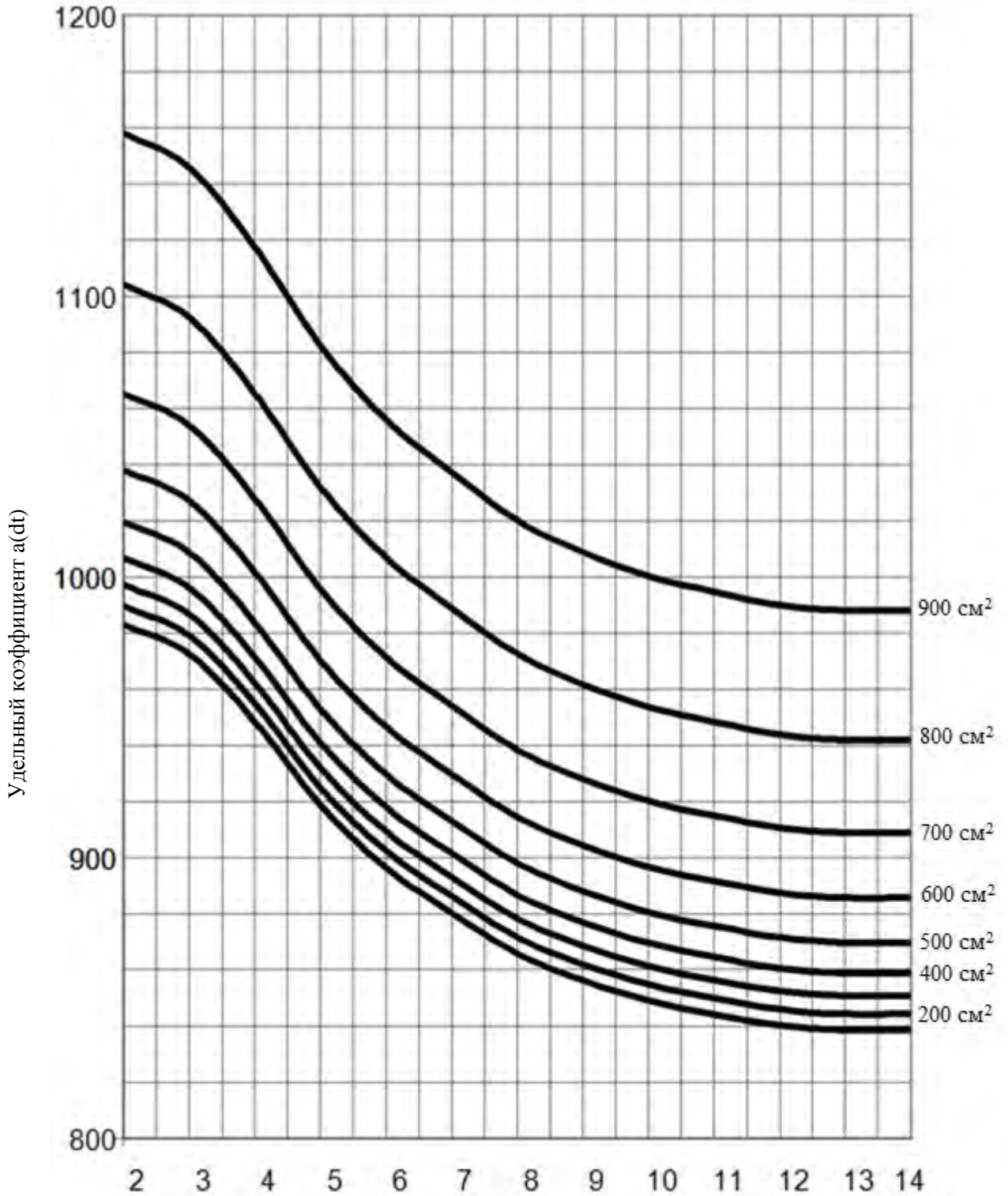
19.9.12 Диаграмма 15.12: Потери давления в тройнике

Потери давления в тройнике, канал



19.9.13 **Диаграмма 15.13: Удельный коэффициент снижения температуры, лёгкий тип строительной конструкции**

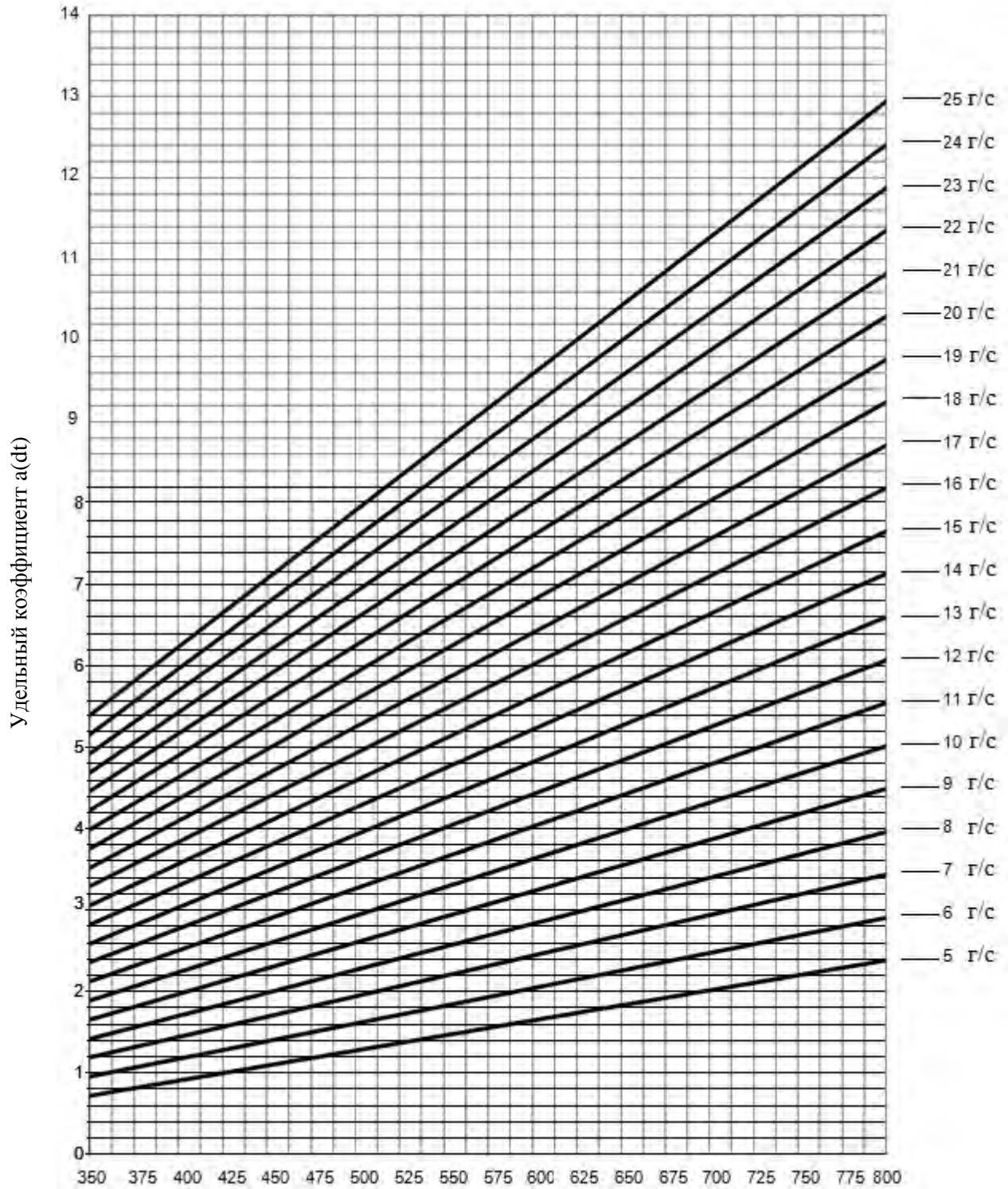
Температурный коэффициент в канале продуктов сгорания



Длина канала в м

19.9.14 **Диаграмма 15.14: Удельный коэффициент снижения температуры, средний тип строительной конструкции**

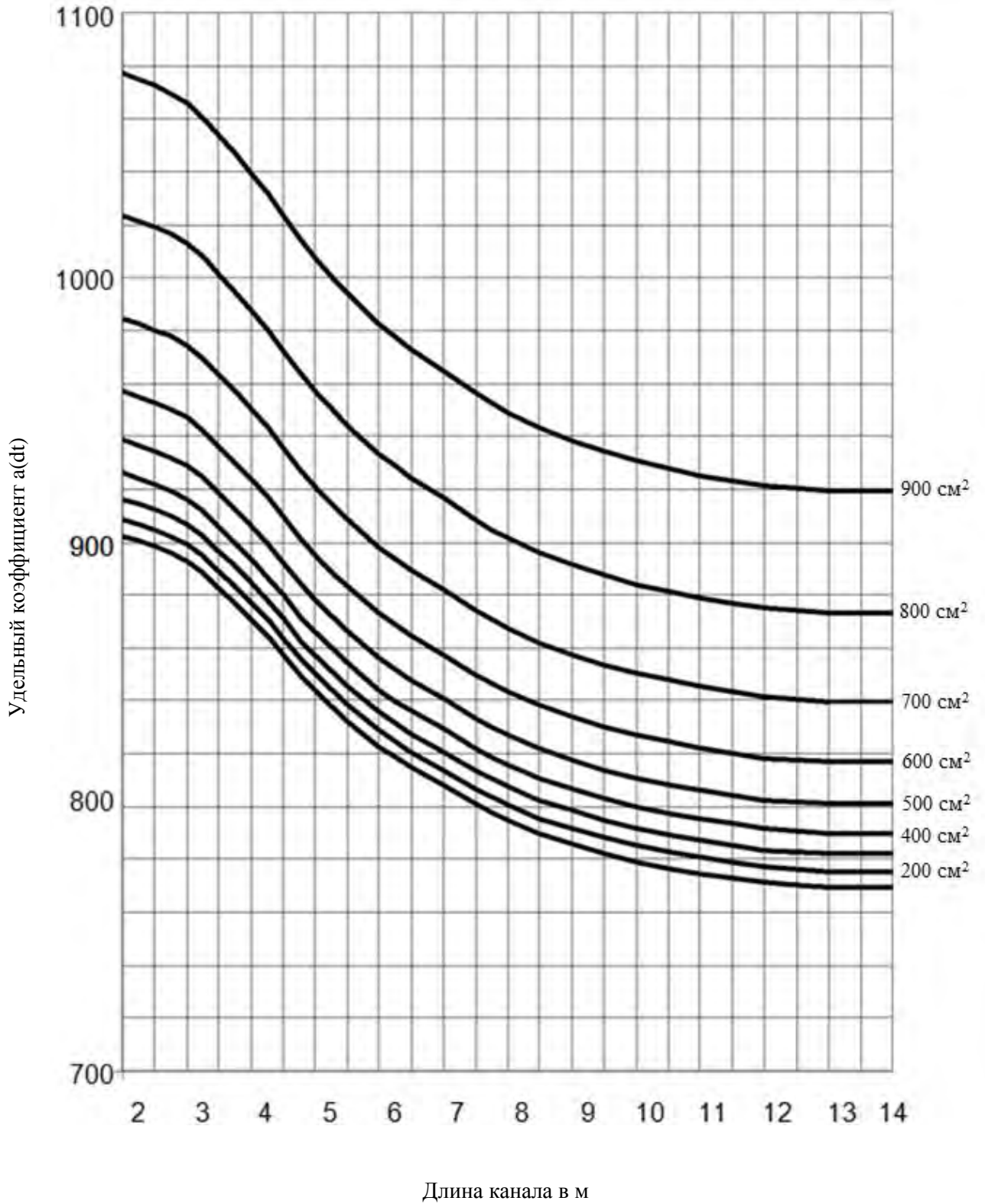
Температурный коэффициент в канале продуктов сгорания



Длина канала в м

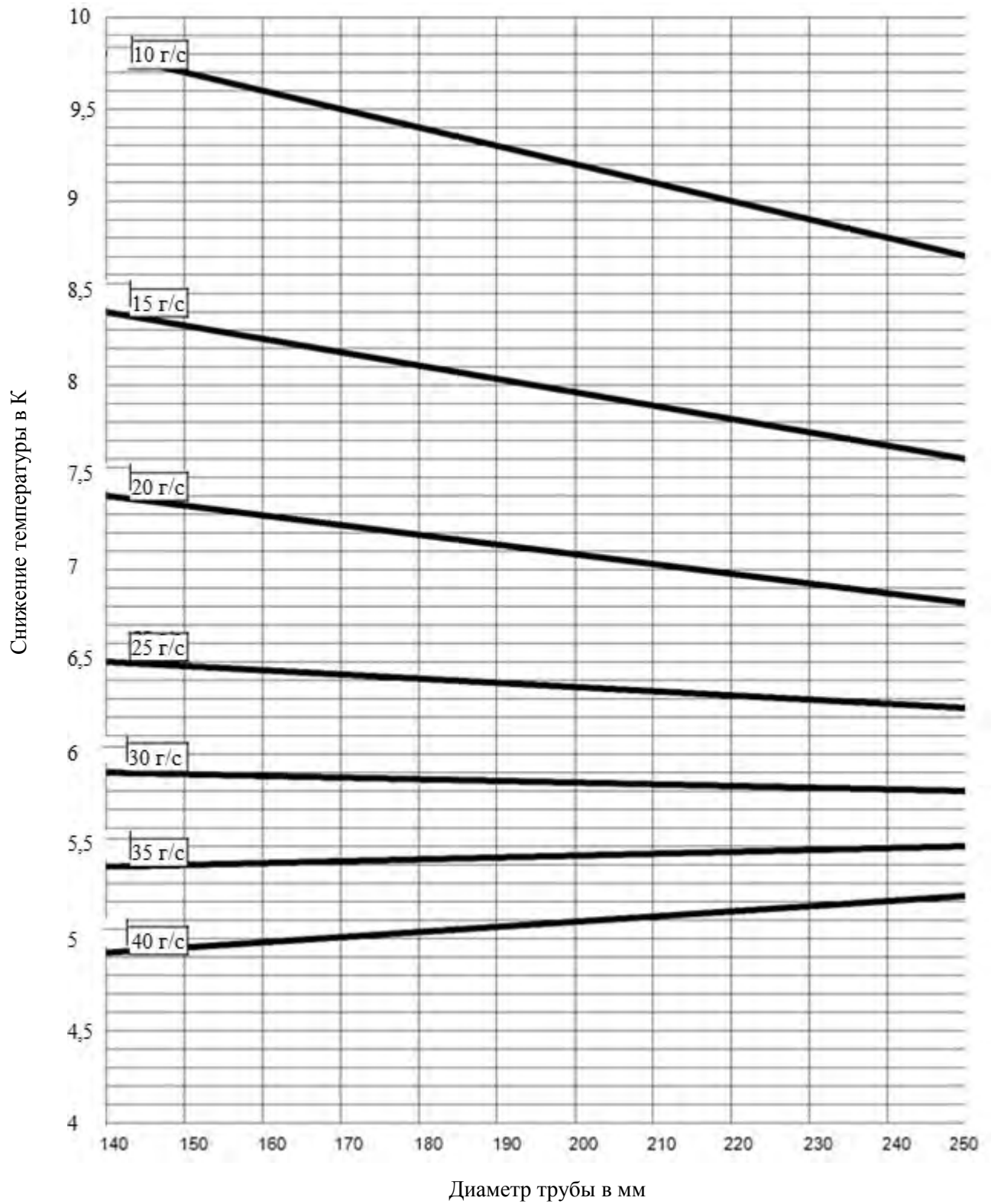
19.9.15 **Диаграмма 15.15: Удельный коэффициент снижения температуры, тяжёлый тип строительной конструкции**

Температурный коэффициент в канале продуктов сгорания



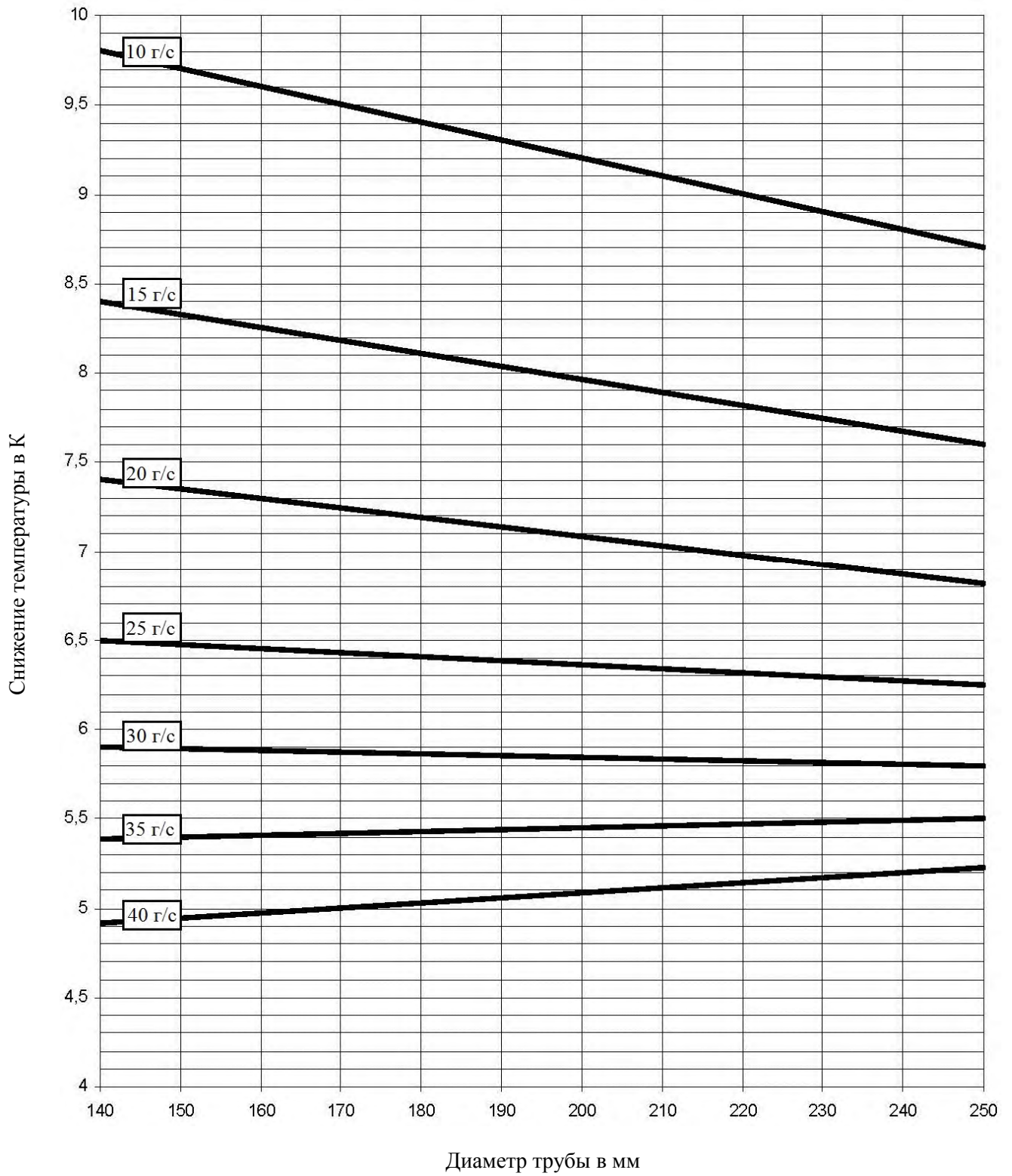
19.9.16 Диаграмма 7.1: Снижение температуры в трубе HGR2

Снижение температуры в трубе HGR2



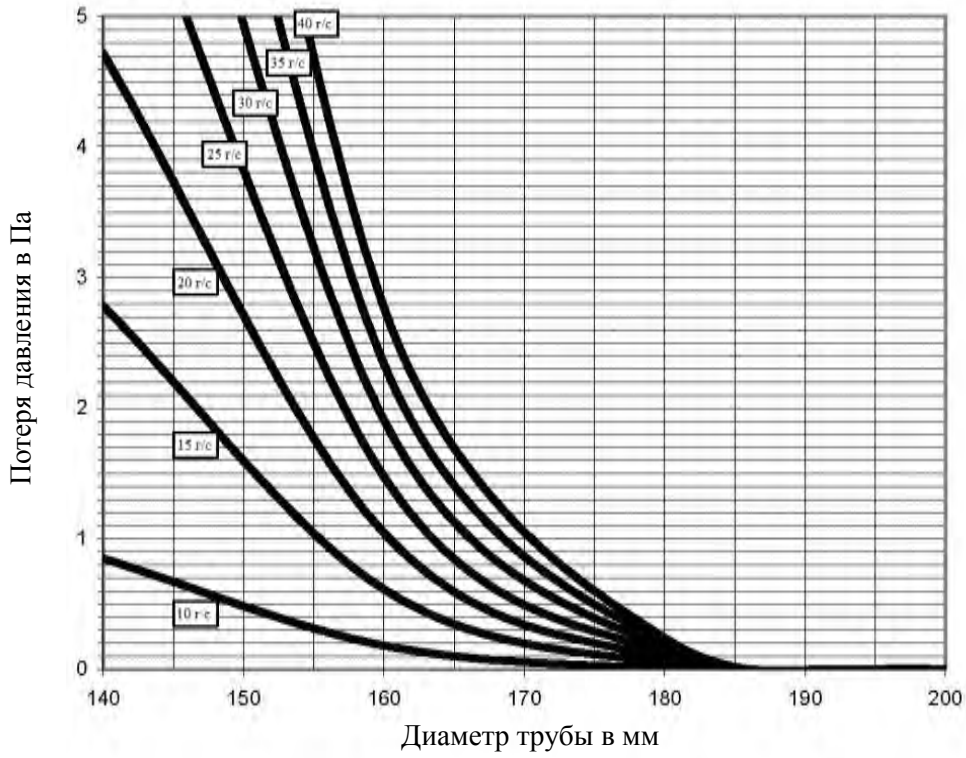
19.9.17 Диаграмма 7.2: Снижение температуры в соединительном элементе

Снижение температуры в соединительном элементе

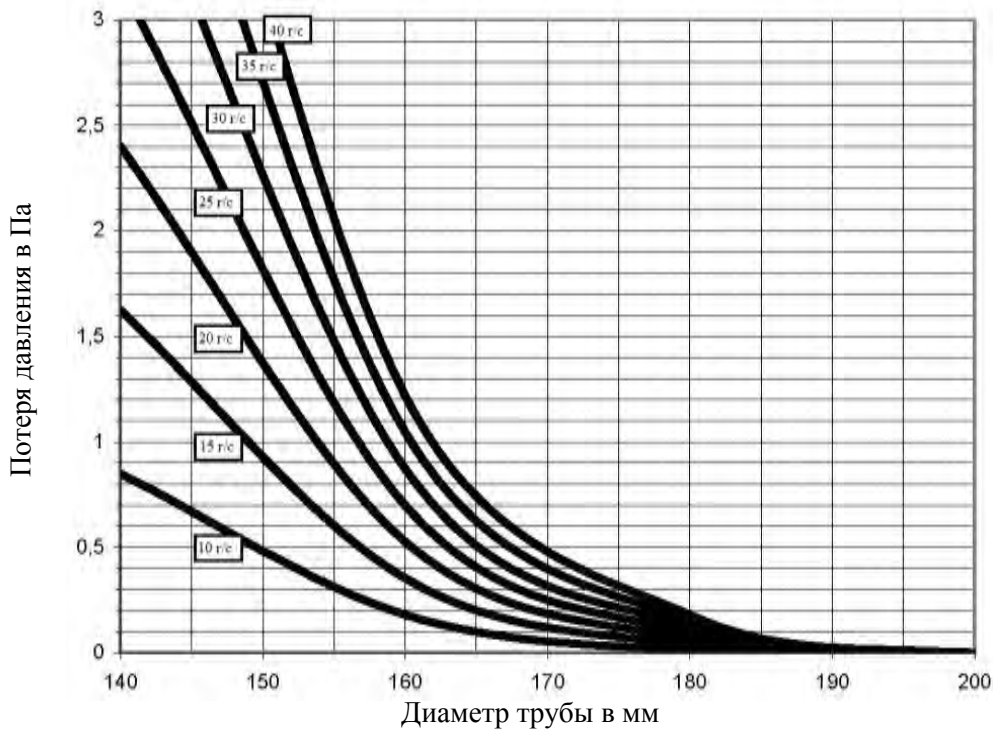


19.9.18 Диаграмма 7.3: Требуемая тяга для HGR1

Потеря давления в отводе 90°

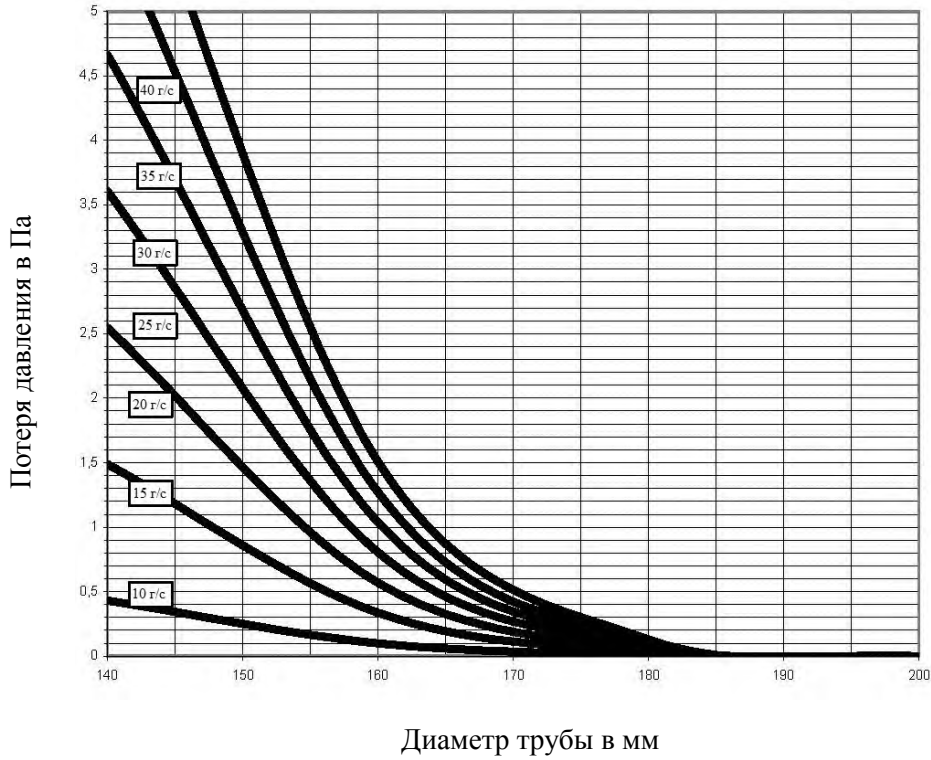


Потеря давления в отводе 45°

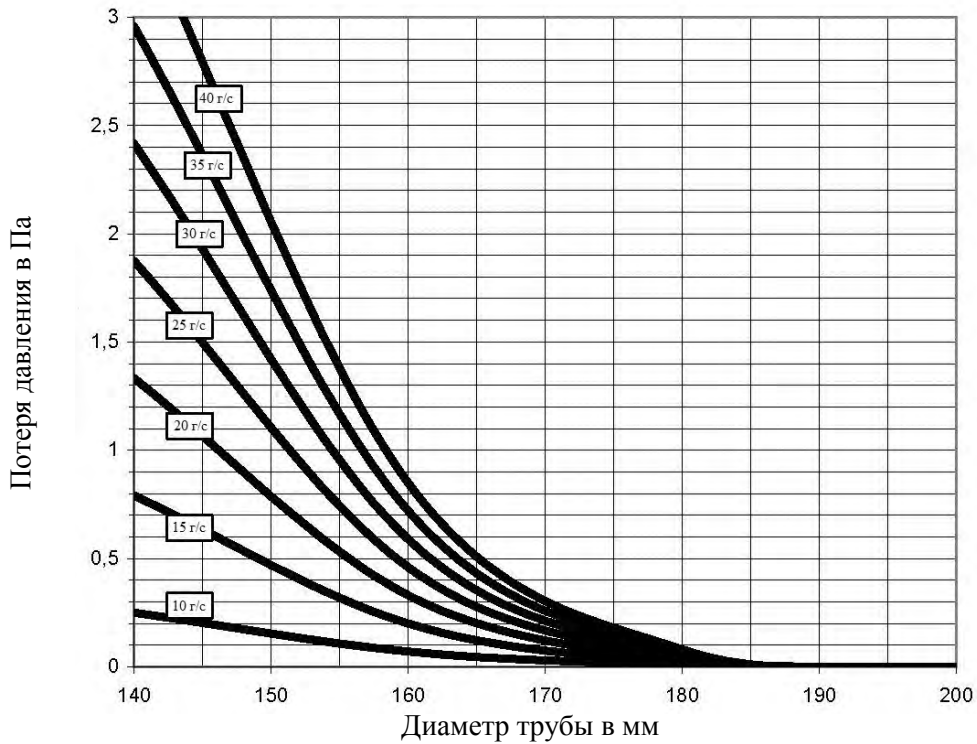


19.9.19 Диаграмма 7.4: Требуемая тяга для HGR2

Потеря давления в отводе 90°

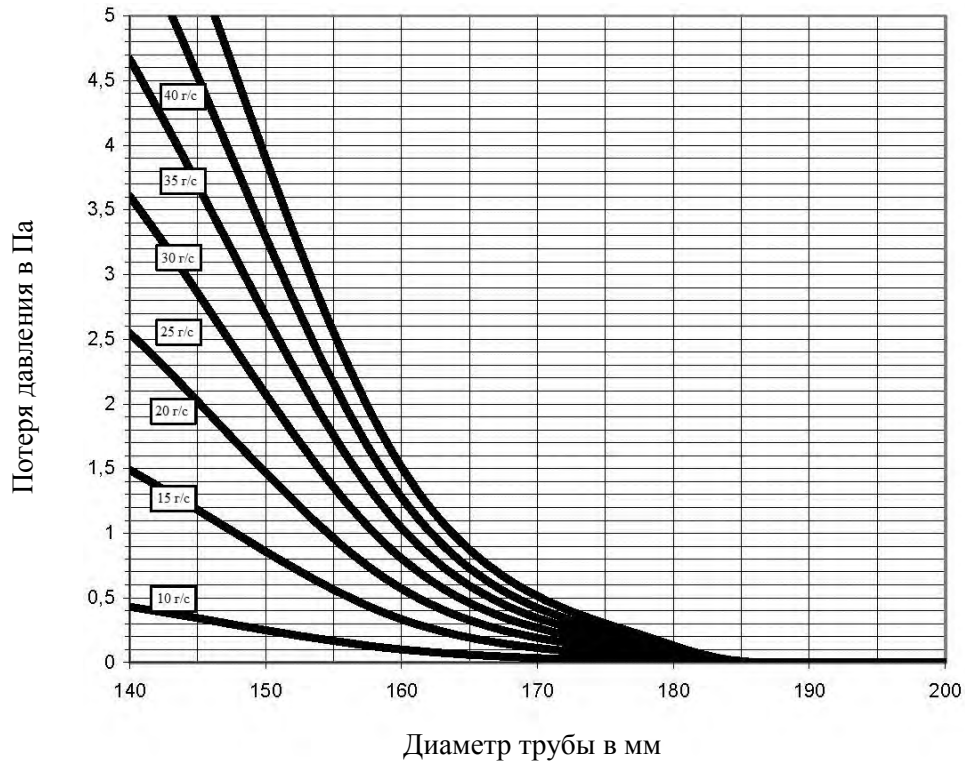


Потеря давления в отводе 45°

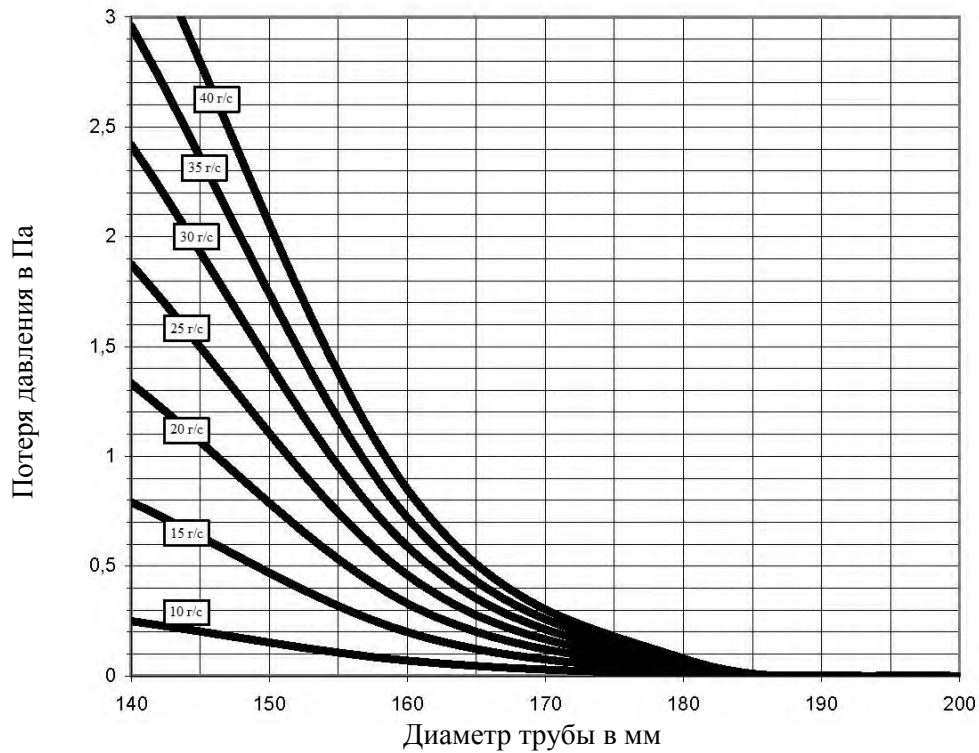


19.9.20 Диаграмма 7.5: Требуемая тяга в соединительном элементе

Потеря давления в отводе 90°



Потеря давления в отводе 45°



19.10 Центральное воздушное отопление с естественной циркуляцией

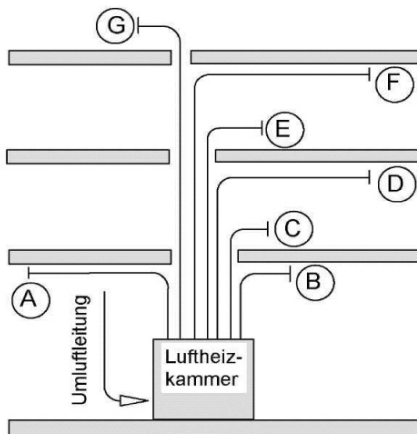
19.10.1 Таблица определения размеров воздуховодов

Основано на: $\vartheta_{UL} = 20^{\circ}\text{C}$, $\vartheta_{ZL} = 75^{\circ}\text{C}$, $\Delta\vartheta = 55\text{K}$

Тепловая мощность Q_{NL} в Вт	Размер воздуховода в мм, Подвод циркуляционного воздуха свободный через лестничную клетку / коридор и(или) через решетку в стене / решетку в двери							Размеры приточного и циркуляционного воздуховодов в мм, между помещением и теплоаккумулирующей камерой					
	A	B	C	D	E	F	G	C	D	E	F	G	
3500					200								3500
	250	250	224	200		180	180	280	224	224	200	200	
3000					180								3000
	224	224	200	180		160	160	250	200	200	180	180	2500
2500					160								
	200	200	180	160		140	140	224	180	180	160	160	2000
2000					140								
	180	180	160	140		125	125	200	160	160	140	140	1500
1500					125								
	160	160	140	125		125	125	180	140	140	125	125	1000
1000					100								
	140	125	125	100		100	100	160	125	125	100	100	500
500								140	100	100	100	100	
								125	100	100	100	100	

Примечание: В случае граничных значений выбирать меньший размер.
В случае различных размеров воздуховодов приточного и циркуляционного воздуха, или при превышении заданных ниже приведенных исходных условий, необходим отдельный расчёт.
Этот упрощенный выбор действует только для гладких фальцевых воздуховодов из листовой стали по диаграмме местных сопротивлений № 5

Расположение воздуховодов



Исходные условия:

- Высота этажа = 2,75 м
- 2 Любых изменения направления приточ/цирк. воздуховода ($\xi =$ каждый по 0,4)
- 2 Решетки приточ. возд. ($\xi =$ каждый по 0,9)
- 3 Циркул/дверные решетки ($\xi =$ кажд. по 0,9)
Воздушные решетки = Ламели "GL"
- 1 Канал с реш. ZL/UL ($\xi =$ кажд. по 0,45)
- 1 Клапан приточ. воздуха ($\xi =$ кажд. по 0,4)

Длина каналов общая / Высота. Приток

- A : Длина = 3,0 м / Высота = 1,25 м
- B : Длина = 2,0 м / Высота = 1,25 м
- C : Длина = 2,5 м / Высота = 1,75 м
- D : Длина = 6,75 м / Высота = 3,75 м
- E : Длина = 5,25 м / Высота = 4,25 м
- F : Длина = 9,5 м / Высота = 6,5 м
- G : Длина = 8,0 м / Высота = 7,0 м

Общая длина каналов циркуляционного воздуха:

- C+D : Длина = 4 м
- E+F : Длина = 6,75 м
- G : Длина = 9,5 м

19.10.2 Таблица расчёта потерь давления в воздуховоде

Номер помещения	1							$\rho_{ZL} = 1,014$	$\gamma_{20} = 0,507$	
Обозначение помещения	2							$\rho_{UL} = 1,205$	$\gamma_{20} = 0,603$	
Теплопотери по расчёту Вт	3							$\rho_{UL} - \rho_{ZL} = 0,191$		
Длина воздуховода - приток (l) м	4									
Высота подъема (h_0) м	5									
Объёмный расход приток $V_{Zuluft} = \frac{Q}{c\rho * \rho_{ZL} * \Delta\vartheta}$ м ³ /ч	6									
Подъёмная сила (P_0) $P_0 = h_0 * g * (\rho_{UL} - \rho_{ZL})$ Па	7									
Потери давления на трение из диаграммы для фальцевых воздуховодов	Диаметр трубы м	8								
	Скорость потока (w) м/с	9								
	Потери давления (R) Па/м	10								
	Потери давления на трение (Δp) ($R * l$) = строка 4 * строка 10 Па	11								
Приток	Поворот 45° 90°	Количество	12							
		Величина зета / штук ζ	13							
		Количество	14							
		Величина зета / штук ζ	15							
	Воздушный клапан ζ	16								
	Канал с решеткой ζ	17								
	$Z = \sum \zeta + \frac{\rho}{2} * W^2$ $\sum \zeta =$ строки (12 13 + 14 15 + 16 + 17) Па	18								
	Решётка	Воздушная решетка ζ	19							
		Скорость потока в решетке м/с	20							
		$Z = \zeta_{решетка} * \frac{\rho}{2} * W^2_{решетка}$ Па	21							
Потери давления на трение в воздуховоде (Δp) $\Delta p = (R * l) + Z$ (Строки 11+18+21) Па	22									
Длина циркуляционных воздуховодов (l) м	23									
Объёмный расход циркул. воздуха $V_{Umluft} = \frac{Q}{c\rho * \rho_{UL} * \Delta\vartheta}$ м ³ /ч	24									
Потери давления на трение из диаграммы для фальцевых воздуховодов	Диаметр трубы м	25								
	Скорость потока (w) м/с	26								
	Потери давления (R) Па/м	27								
	Потери давления на трение (Δp) ($R * l$) = строка 23 * строка 27 Па	28								
Циркуляционный	Поворот 45° 90°	Количество	29							
		Величина зета / штук ζ	30							
		Количество	31							
		Величина зета / штук ζ	32							
	Канал с решеткой ζ	33								
	$Z = \sum \zeta + \frac{\rho}{2} * W^2$ $\sum \zeta =$ строки (29 30 + 31 32 + 33) Па	34								
	Решётка	Воздушная решетка ζ	35							
		Скорость потока в решетке м/с	36							
		$Z = \zeta_{решетка} * \frac{\rho}{2} * W^2_{решетка}$ Па	37							
	Потери давления на трение в воздуховоде (Δp) $\Delta p = (R * l) + Z$ (Строка 28+34+37) Па	38								
Потери давления на трение (Δp) в общей системе воздуховодов строка 22 + 38 Па	39									
Должно быть выполнено условие Подъёмная сила (P_0) за вычетом потерь давления в общей системе воздуховодов (строка 7-39)	40									
Достаточно, если: $P_0 = \Delta p \geq 0$ Па										

ρ_{ZL} = плотность воздуха для $\vartheta_{приток}$ (75°C) в кг/м³
 ρ_{UL} = плотность воздуха для $\vartheta_{циркул}$ (20°C) в кг/м³
 ζ = к-т местного сопротивления фасонного элемента
 $c\rho$ = удельная теплоёмкость в Втч/кг К
 $\Delta\vartheta$ = разница температур в К

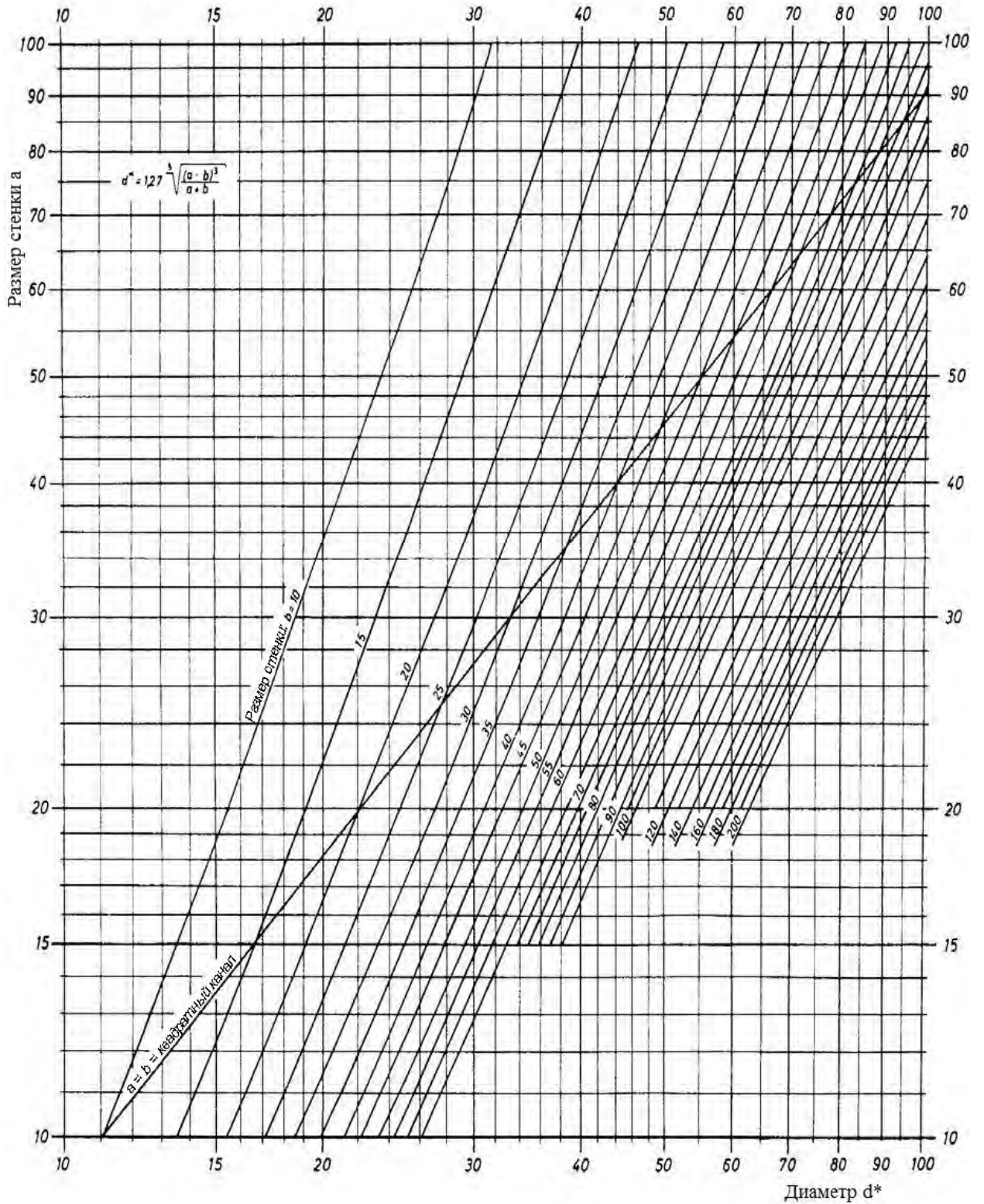
R = потери давления (на трение) в Па/м
Q = тепловая мощность в Вт
 Δp = потери давления в Па
Z = сумма местных сопротивлений в Па
w = скорость воздуха в м/с

l = длина прямых воздуховодов в м
 h_0 = высота подъема в м
 P_0 = подъёмная сила в Па
 $g = 9,81$ м/с² (ускорение свободного падения)
V = объёмный расход воздуха в м³/ч

Требваемые расчётные значения возьмите, пожалуйста, из проекта и соответствующих таблиц и диаграмм профессиональных правил специалистов в строительстве фальцевых печей и воздушного отопления

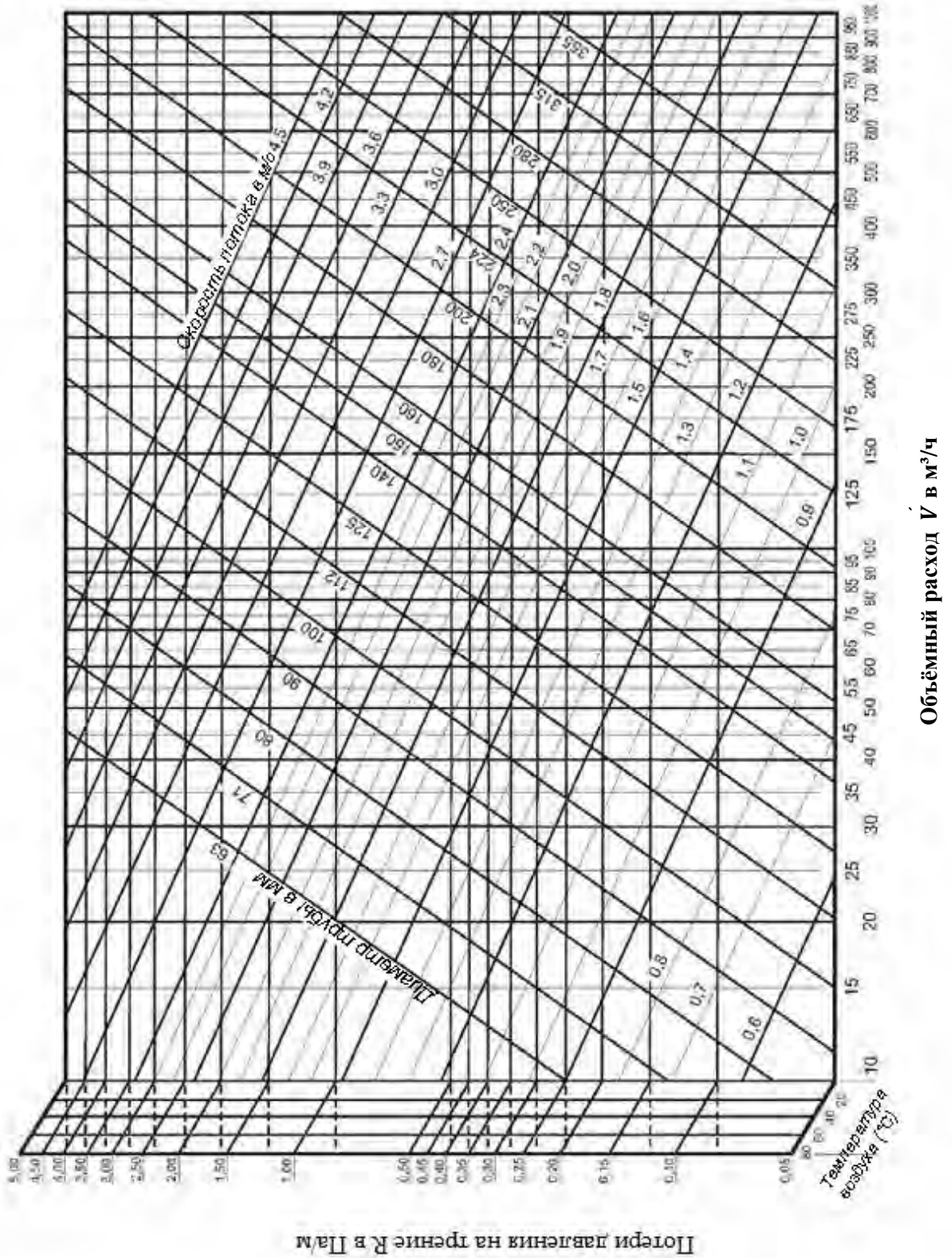
19.10.3 Диаграмма Эквивалентные диаметры d*

Поперечные сечения прямоугольных каналов a x b и эквивалентные диаметры d*
 (Одинаковые потери на трение "R" при одинаковых объемных потоках "V")
 Диаграмма действительна для всех возможных единиц измерения (мм, см, дм, м) и масштабов
 (например, 1 единица = 2 см)



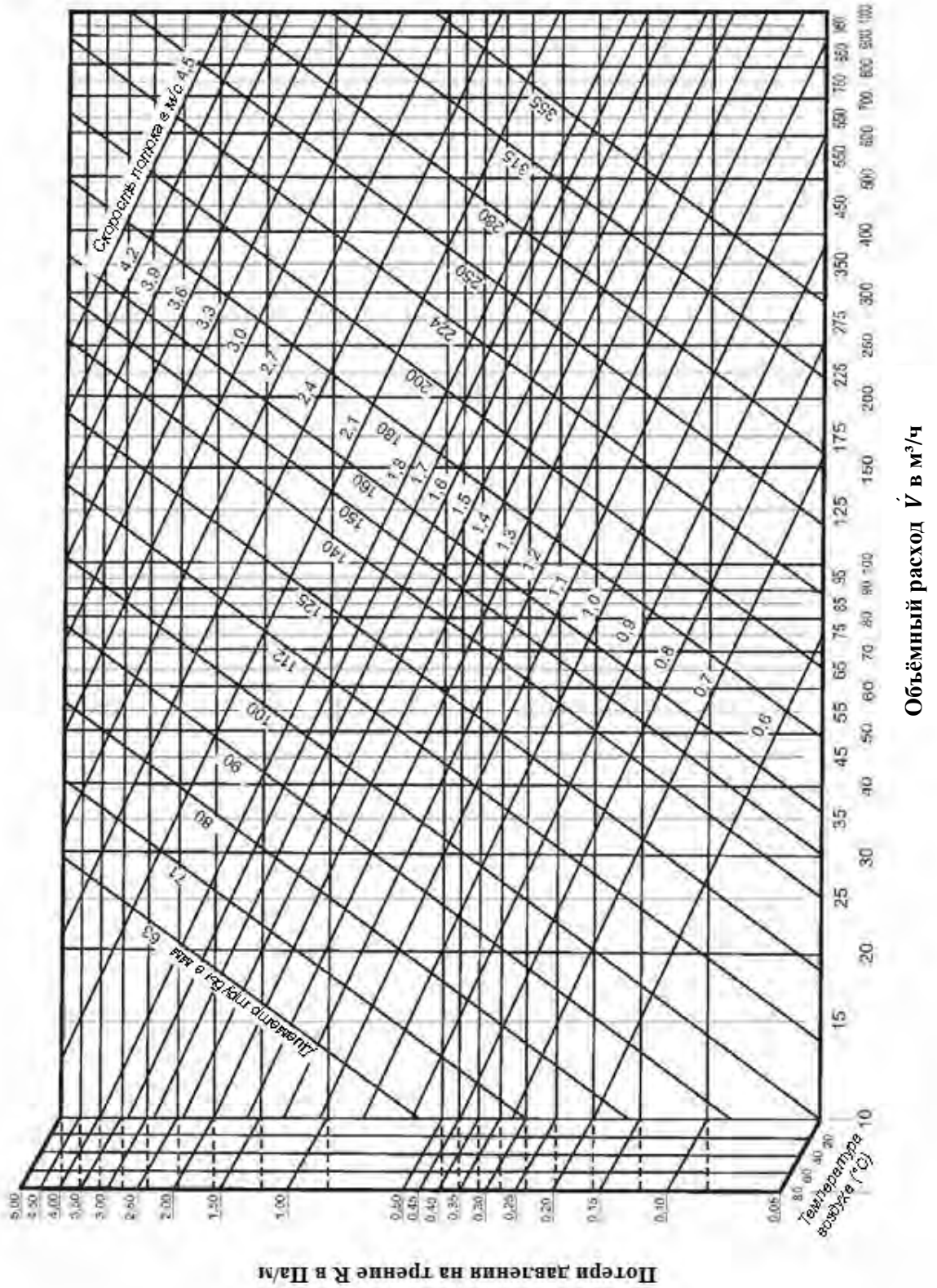
19.10.4 Диаграмма Потери давления на трение в воздуховодах с фальцами

Диаграмма потерь давления на трение для фальцевых воздуховодов



19.10.5 Диаграмма Потери давления на трение в гибких воздуховодах

Диаграмма потери давления на трение в трубах из гибких шлангов



19.10.6 Таблица плотности и удельной теплоёмкости сухого воздуха.

Темпера тура	Плот ность	Удельная теплоём кость	Темпера тура	Плот ность	Удельная теплоём кость	Темпера тура	Плот ность	Удельная теплоём кость
°C	кг/м ³	кВт ч/м ³ К	°C	кг/м ³	кВт ч/м ³ К	°C	кг/м ³	кВт ч/м ³ К
-20	1,395	0,391	21	1,201	0,336	61	1,057	0,296
-19	1,390	0,389	22	1,197	0,335	62	1,054	0,295
-18	1,384	0,388	23	1,193	0,334	63	1,051	0,294
-17	1,379	0,386	24	1,189	0,333	64	1,047	0,293
-16	1,373	0,385	25	1,185	0,332	65	1,044	0,292
-15	1,368	0,383	26	1,181	0,331	66	1,041	0,292
-14	1,363	0,382	27	1,177	0,329	67	1,038	0,291
-13	1,358	0,380	28	1,173	0,328	68	1,035	0,290
-12	1,352	0,379	29	1,169	0,327	69	1,032	0,289
-11	1,347	0,377	30	1,165	0,326	70	1,029	0,288
-10	1,342	0,376	31	1,161	0,325	71	1,026	0,287
-9	1,337	0,374	32	1,157	0,324	72	1,023	0,286
-8	1,332	0,373	33	1,154	0,323	73	1,020	0,286
-7	1,327	0,372	34	1,150	0,322	74	1,017	0,285
-6	1,322	0,370	35	1,146	0,321	75	1,014	0,284
-5	1,317	0,369	36	1,142	0,320	76	1,011	0,283
-4	1,312	0,367	37	1,139	0,319	77	1,009	0,282
-3	1,307	0,366	38	1,135	0,318	78	1,006	0,282
-2	1,303	0,365	39	1,131	0,317	79	1,003	0,281
-1	1,298	0,363	40	1,128	0,316	80	1,000	0,280
0	1,293	0,362	41	1,124	0,315	81	0,997	0,279
1	1,288	0,361	42	1,121	0,314	82	0,994	0,278
2	1,284	0,359	43	1,117	0,313	83	0,992	0,278
3	1,279	0,358	44	1,114	0,312	84	0,989	0,277
4	1,274	0,357	45	1,110	0,311	85	0,986	0,276
5	1,270	0,356	46	1,107	0,310	86	0,983	0,275
6	1,265	0,354	47	1,103	0,309	87	0,981	0,275
7	1,261	0,353	47,5	1,101	0,308	88	0,978	0,274
8	1,256	0,352	48	1,100	0,308	89	0,975	0,273
9	1,252	0,350	49	1,096	0,307	90	0,972	0,272
10	1,247	0,349	50	1,093	0,306	91	0,970	0,272
11	1,243	0,348	51	1,089	0,305	92	0,967	0,271
12	1,239	0,347	52	1,086	0,304	93	0,964	0,270
13	1,234	0,346	53	1,083	0,303	94	0,962	0,269
14	1,230	0,344	54	1,079	0,302	95	0,959	0,269
15	1,226	0,343	55	1,076	0,301	96	0,957	0,268
16	1,221	0,342	56	1,073	0,300	97	0,954	0,267
17	1,217	0,341	57	1,070	0,300	98	0,951	0,266
18	1,213	0,340	58	1,066	0,299	99	0,949	0,266
19	1,209	0,338	59	1,063	0,298	100	0,946	0,265
20	1,205	0,337	60	1,060	0,297			

19.10.7 Таблица «Потери тепла в воздуховодах»

Изоляция (мм)	q(без изоляции) (Вт/м)	q(с изоляцией) (Вт/м)
100	78,8	20,8
112	87,2	23,2
125	96,1	25,8
140	103,3	28,8
160	119,6	32,8
180	132,8	36,7
200	145,7	40,7
224	161,0	45,4
250	177,3	50,4
280	195,9	56,3
315	217,1	63,0

Граничные условия: изоляция WLG 040, d = 20 мм, Температура = 75 °С

19.10.8

Таблица местных сопротивлений

<table border="1"> <tr> <td>R/D=</td> <td>0,5</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>ζ=</td> <td>0,9</td> <td>0,43</td> <td>0,33</td> <td>0,24</td> <td>0,19</td> <td>0,17</td> <td>0,2</td> </tr> </table>		R/D=	0,5	0,8	1,0	1,5	2	3	4	ζ =	0,9	0,43	0,33	0,24	0,19	0,17	0,2	<table border="1"> <tr> <td>R/D=</td> <td>0,5</td> <td>0,75</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3 Segm. ζ=</td> <td>1,3</td> <td>0,8</td> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>5 Segm. ζ=</td> <td>1,1</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,2</td> </tr> </table>		R/D=	0,5	0,75	1	1,5	2	3 Segm. ζ =	1,3	0,8	0,5	0,3	0,25	5 Segm. ζ =	1,1	0,6	0,4	0,25	0,2	<table border="1"> <tr> <td>R/W=0,5</td> <td>0,75</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ζ=0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>W₁/W 0,25</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>W₁/W 0,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ζ=0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> </tr> </table>		R/W=0,5	0,75	1	2	ζ =0,4	0,25	0,2	0,1	W ₁ /W 0,25				W ₁ /W 0,5				ζ =0,5	0,3	0,2	0,1									
R/D=	0,5	0,8	1,0	1,5	2	3	4																																																													
ζ =	0,9	0,43	0,33	0,24	0,19	0,17	0,2																																																													
R/D=	0,5	0,75	1	1,5	2																																																															
3 Segm. ζ =	1,3	0,8	0,5	0,3	0,25																																																															
5 Segm. ζ =	1,1	0,6	0,4	0,25	0,2																																																															
R/W=0,5	0,75	1	2																																																																	
ζ =0,4	0,25	0,2	0,1																																																																	
W ₁ /W 0,25																																																																				
W ₁ /W 0,5																																																																				
ζ =0,5	0,3	0,2	0,1																																																																	
<table border="1"> <tr> <td>h/b =</td> <td>0,25</td> <td>0,5</td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>ζ=</td> <td>2,1</td> <td>1,7</td> <td>1,2</td> <td>0,6</td> </tr> </table>		h/b =	0,25	0,5	1,0	2,0	ζ =	2,1	1,7	1,2	0,6	<table border="1"> <tr> <td>R/W=0</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>ζ=</td> <td>1,4</td> <td>0,7</td> <td>0,6</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1,1</td> </tr> </table>		R/W=0	0,2	0,4	0,6	0,8	ζ =	1,4	0,7	0,6	0,7					1,1	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>гладкие</td> <td>профилированные</td> </tr> <tr> <td>ζ=</td> <td>0,35</td> <td>0,1</td> </tr> </table>			гладкие	профилированные	ζ =	0,35	0,1																																
h/b =	0,25	0,5	1,0	2,0																																																																
ζ =	2,1	1,7	1,2	0,6																																																																
R/W=0	0,2	0,4	0,6	0,8																																																																
ζ =	1,4	0,7	0,6	0,7																																																																
				1,1																																																																
	гладкие	профилированные																																																																		
ζ =	0,35	0,1																																																																		
<table border="1"> <tr> <td>ζ=</td> <td>1,4</td> </tr> </table>		ζ =	1,4	<table border="1"> <tr> <td>R/W=0,5</td> <td>0,75</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ζ=1,1</td> <td>0,6</td> <td>0,4</td> <td>0,25</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>ζ=1,0</td> <td>0,5</td> <td>0,25</td> <td>0,15</td> <td>0,1</td> </tr> </table>		R/W=0,5	0,75	1	1,5	2	ζ =1,1	0,6	0,4	0,25	0,2	ζ =1,0	0,5	0,25	0,15	0,1	<table border="1"> <tr> <td>a=10</td> <td>30°</td> <td>45°</td> <td>60°</td> <td>90°</td> </tr> <tr> <td>ζ=0,1</td> <td>0,3</td> <td>0,7</td> <td>1,0</td> <td>1,4</td> </tr> </table>		a=10	30°	45°	60°	90°	ζ =0,1	0,3	0,7	1,0	1,4																																				
ζ =	1,4																																																																			
R/W=0,5	0,75	1	1,5	2																																																																
ζ =1,1	0,6	0,4	0,25	0,2																																																																
ζ =1,0	0,5	0,25	0,15	0,1																																																																
a=10	30°	45°	60°	90°																																																																
ζ =0,1	0,3	0,7	1,0	1,4																																																																
<table border="1"> <tr> <td>w₁/w₂</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>α=60°</td> <td>5,0</td> <td>2,2</td> <td>1,3</td> <td>0,8</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>α=45°</td> <td>3,5</td> <td>1,3</td> <td>0,7</td> <td>0,4</td> <td>0,4</td> <td>0,5</td> </tr> </table>		w ₁ /w ₂	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0	α =60°	5,0	2,2	1,3	0,8	0,5	0,6	α =45°	3,5	1,3	0,7	0,4	0,4	0,5	<table border="1"> <tr> <td>R/D=0,5</td> <td>0,75</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ζ=1,3</td> <td>0,9</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> <td>0,5</td> </tr> </table>		R/D=0,5	0,75	1	1,5	2	ζ =1,3	0,9	0,8	0,6	0,5	<table border="1"> <tr> <td>ζ=</td> <td>1,4</td> </tr> </table>		ζ =	1,4																														
w ₁ /w ₂	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0																																																														
α =60°	5,0	2,2	1,3	0,8	0,5	0,6																																																														
α =45°	3,5	1,3	0,7	0,4	0,4	0,5																																																														
R/D=0,5	0,75	1	1,5	2																																																																
ζ =1,3	0,9	0,8	0,6	0,5																																																																
ζ =	1,4																																																																			
<table border="1"> <tr> <td>ζ=0,9</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>ζ=1,25</td> <td>0,7</td> </tr> </table>		ζ =0,9	0,6	ζ =1,25	0,7	<table border="1"> <tr> <td>R/D = 0,25</td> <td>0,5</td> <td>0,75</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>ζ=0,2</td> <td>0,1</td> <td>0,05</td> <td>0,05</td> </tr> </table>		R/D = 0,25	0,5	0,75	1,0	ζ =0,2	0,1	0,05	0,05	<table border="1"> <tr> <td>α=15</td> <td>30°</td> <td>45°</td> <td>60°</td> <td>90°</td> </tr> <tr> <td>ζ=0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,3</td> <td>0,4</td> <td>0,7</td> </tr> </table>		α =15	30°	45°	60°	90°	ζ =0,5	0,3	0,3	0,4	0,7																																									
ζ =0,9	0,6																																																																			
ζ =1,25	0,7																																																																			
R/D = 0,25	0,5	0,75	1,0																																																																	
ζ =0,2	0,1	0,05	0,05																																																																	
α =15	30°	45°	60°	90°																																																																
ζ =0,5	0,3	0,3	0,4	0,7																																																																
		<p>17. Значения для ζ_1</p> <table border="1"> <tr> <td>A₁/A₂</td> <td>α=5°</td> <td>7,5</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>>30</td> </tr> <tr> <td>f=0,5</td> <td>0,07</td> <td>0,09</td> <td>0,13</td> <td>0,21</td> <td>0,27</td> <td>0,28</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>0,11</td> <td>0,16</td> <td>0,22</td> <td>0,36</td> <td>0,48</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>0,25</td> <td>0,13</td> <td>0,20</td> <td>0,28</td> <td>0,46</td> <td>0,62</td> <td>0,63</td> </tr> </table>		A ₁ /A ₂	α =5°	7,5	10	15	20	>30	f=0,5	0,07	0,09	0,13	0,21	0,27	0,28	0,33	0,11	0,16	0,22	0,36	0,48	0,50	0,25	0,13	0,20	0,28	0,46	0,62	0,63																																					
A ₁ /A ₂	α =5°	7,5	10	15	20	>30																																																														
f=0,5	0,07	0,09	0,13	0,21	0,27	0,28																																																														
0,33	0,11	0,16	0,22	0,36	0,48	0,50																																																														
0,25	0,13	0,20	0,28	0,46	0,62	0,63																																																														
<table border="1"> <tr> <td>A₁/A₂=0</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>ζ_1=1,0</td> <td>0,7</td> <td>0,4</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> <td>0</td> </tr> </table>		A ₁ /A ₂ =0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	ζ_1 =1,0	0,7	0,4	0,2	0,1	0	<table border="1"> <tr> <td>A₁/A₂=0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>ζ_2=0,08</td> <td>0,08</td> <td>0,06</td> <td>0,02</td> <td>0</td> </tr> </table>		A ₁ /A ₂ =0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	ζ_2 =0,08	0,08	0,06	0,02	0	<table border="1"> <tr> <td>A₁/A₂=0,9</td> <td>0,8</td> <td>0,7</td> <td>0,6</td> <td>0,5</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>ζ=0,06</td> <td>0,28</td> <td>0,78</td> <td>1,82</td> <td>3,8</td> <td>8,1</td> </tr> </table>		A ₁ /A ₂ =0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	ζ =0,06	0,28	0,78	1,82	3,8	8,1																													
A ₁ /A ₂ =0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0																																																															
ζ_1 =1,0	0,7	0,4	0,2	0,1	0																																																															
A ₁ /A ₂ =0,2	0,4	0,6	0,8	1,0																																																																
ζ_2 =0,08	0,08	0,06	0,02	0																																																																
A ₁ /A ₂ =0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4																																																															
ζ =0,06	0,28	0,78	1,82	3,8	8,1																																																															
<table border="1"> <tr> <td>α=</td> <td>0°</td> <td>30°</td> <td>45°</td> <td>60°</td> </tr> <tr> <td>ζ=</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>3,5</td> <td>8</td> </tr> </table>		α =	0°	30°	45°	60°	ζ =	1	1,5	3,5	8	<table border="1"> <tr> <td>h/D=</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>ζ=</td> <td>-</td> <td>1,6</td> <td>1,2</td> <td>1,05</td> <td>1,0</td> </tr> </table>		h/D=	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	ζ =	-	1,6	1,2	1,05	1,0	<table border="1"> <tr> <td>h/D=</td> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ζ=</td> <td>0,7</td> <td>0,4</td> <td>0,7</td> <td>0,8</td> <td>0,8</td> <td>0,8</td> </tr> </table>		h/D=	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	ζ =	0,7	0,4	0,7	0,8	0,8	0,8																											
α =	0°	30°	45°	60°																																																																
ζ =	1	1,5	3,5	8																																																																
h/D=	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0																																																															
ζ =	-	1,6	1,2	1,05	1,0																																																															
h/D=	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1																																																														
ζ =	0,7	0,4	0,7	0,8	0,8	0,8																																																														
<p>Решетка (перфорация)</p>		<p>25</p>		<p>Для проволоочной сетки ζ снижение составляет около половины</p>																																																																
<table border="1"> <tr> <td>Свободное поперечное сечение в %</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>60</td> <td>70</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>ζ при v = 0,5 м/с</td> <td>110</td> <td>30</td> <td>12</td> <td>6</td> <td>3,6</td> <td>2,3</td> <td>1,8</td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td>(v в персечёте на общее поперечное сечение)</td> <td>1,0</td> <td>120</td> <td>33</td> <td>13</td> <td>6,8</td> <td>4,1</td> <td>2,7</td> <td>2,1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1,5</td> <td>128</td> <td>36</td> <td>14,5</td> <td>7,4</td> <td>4,6</td> <td>3,0</td> <td>2,3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,0</td> <td>134</td> <td>39</td> <td>15,5</td> <td>7,8</td> <td>4,9</td> <td>3,2</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,5</td> <td>140</td> <td>40</td> <td>16,5</td> <td>8,3</td> <td>5,2</td> <td>3,4</td> <td>2,6</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3,0</td> <td>146</td> <td>41</td> <td>17,5</td> <td>8,6</td> <td>5,5</td> <td>3,7</td> <td>2,8</td> </tr> </table>		Свободное поперечное сечение в %	10	20	30	40	50	60	70	80	ζ при v = 0,5 м/с	110	30	12	6	3,6	2,3	1,8	1,4	(v в персечёте на общее поперечное сечение)	1,0	120	33	13	6,8	4,1	2,7	2,1		1,5	128	36	14,5	7,4	4,6	3,0	2,3		2,0	134	39	15,5	7,8	4,9	3,2	2,5		2,5	140	40	16,5	8,3	5,2	3,4	2,6		3,0	146	41	17,5	8,6	5,5	3,7	2,8				
Свободное поперечное сечение в %	10	20	30	40	50	60	70	80																																																												
ζ при v = 0,5 м/с	110	30	12	6	3,6	2,3	1,8	1,4																																																												
(v в персечёте на общее поперечное сечение)	1,0	120	33	13	6,8	4,1	2,7	2,1																																																												
	1,5	128	36	14,5	7,4	4,6	3,0	2,3																																																												
	2,0	134	39	15,5	7,8	4,9	3,2	2,5																																																												
	2,5	140	40	16,5	8,3	5,2	3,4	2,6																																																												
	3,0	146	41	17,5	8,6	5,5	3,7	2,8																																																												

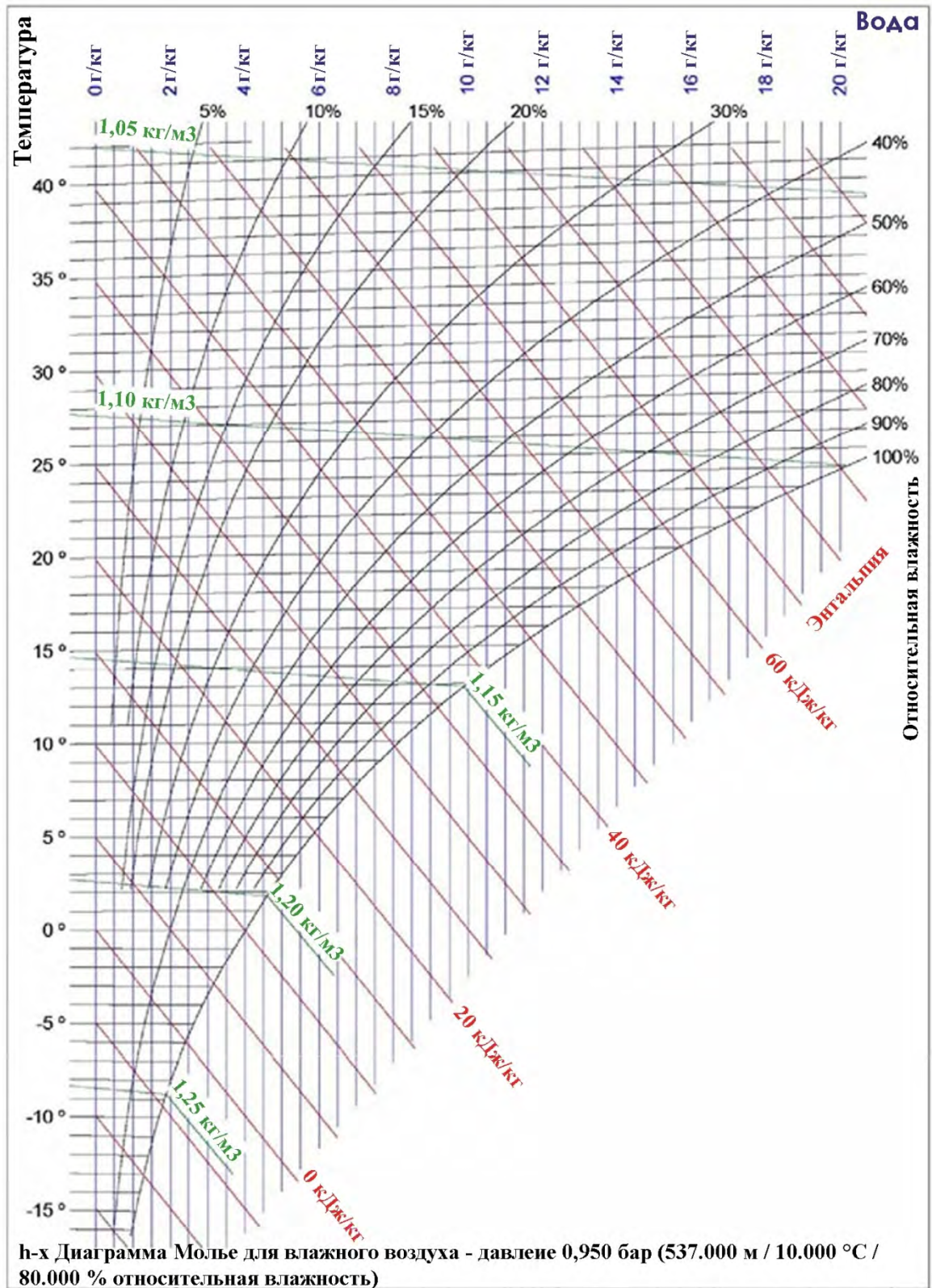
$\alpha^0 =$							$\alpha^0 =$							$\alpha^0 =$						
0 15 30 45 60 75							0 15 30 45 60 75							0 15 30 45 60 75						
$\zeta =$							$\zeta =$							$\zeta =$						
0,25 0,6 3,5 17 95 600							0,25 0,7 2,2 6,5 20 60							0,25 1,1 3,3 10 30 90						
l/d							l/d							r/d						
1 2 3 4							0 0,5 1 2							2 4 6 8						
$\zeta =$							$\zeta =$							$\zeta =$						
3,5 1,7 1,6 1,7							0 1,6 1,9 2,1							0,6 0,4 0,2 0,1						
2 закругления $l=d$ $\zeta=0,4$							$l=0$ $\zeta=0,3$							$r/d = 1,5$						
							$l=d$ $\zeta=0,2$							$l=d$ $\zeta=0,2$						
														$r/d = 1,5$						
$w_1/w_2 =$							$w_1/w_2 =$							$w_1/w_2 =$						
0,4 0,6 0,8 1,0 1,5							0,4 0,6 0,8 1,0 1,5							0,4 0,6 0,8 1,0 1,5						
$\zeta_{2ges} =$							$\zeta_{2ges} =$							$\zeta_{2ges} =$						
7,0 3,4 2,0 1,5 0,9							5,0 2,2 1,2 0,9 0,5							4,7 1,9 0,9 0,6 0,4						
$\zeta_{2st} =$							$\zeta_{2st} =$							$\zeta_{2st} =$						
1,5							0 0,3 0,7 0,9 1,0							0 0 0,3 0,6 0,9						
							Закругление													
$h/b =$							$h/b =$							$h/b =$						
0,25							0,50							0,75... 3,0						
$R/b =$							$R/b =$							$R/b =$						
0,75 1,0 1,5 2,0							0,75 1,0 1,5 2							0,75 1,0 1,5 2,0... 3,0						
$\zeta =$							$\zeta =$							$\zeta =$						
0,55 0,45 0,3 0,2							0,45 0,3 0,2 0,15							0,4 0,2 0,15 0,10						
							Напорная камера													
$\zeta = 0,7 + 0,6 = 1,3$														$\zeta = 0,4 + 0,2 = 0,6$						
f/F							f/F							f/F						
0,1 0,2 0,3 0,4 0,5							0,1 0,2 0,3 0,4 0,5							0,1 0,2 0,3 0,4 0,5						
ζ_1							ζ_1							ζ_1						
0,7 1,0 1,8 2,9 4,0							0,2 0,4 0,75 1,3 2,0							0,07 0,15 0,35 0,6 0,9						

19.10.9 Таблица Подъёмная сила

Высота подъёма h_0 [м]	Подъёмная сила p_0 [Па]
0,4	0,749
0,6	1,124
0,8	1,499
1,0	1,874
1,1	2,061
1,2	2,248
1,3	2,436
1,4	2,623
1,5	2,811
1,8	3,373
2,0	3,747
2,25	4,216
2,5	4,684
2,75	5,153
3,0	5,621
3,25	6,090
3,5	6,558
3,75	7,026
4,0	7,495
4,25	7,963
4,5	8,432
4,75	8,900
5,0	9,369
5,25	9,837
5,5	10,305
5,75	10,774
6,0	11,242
6,25	11,711
6,50	12,179

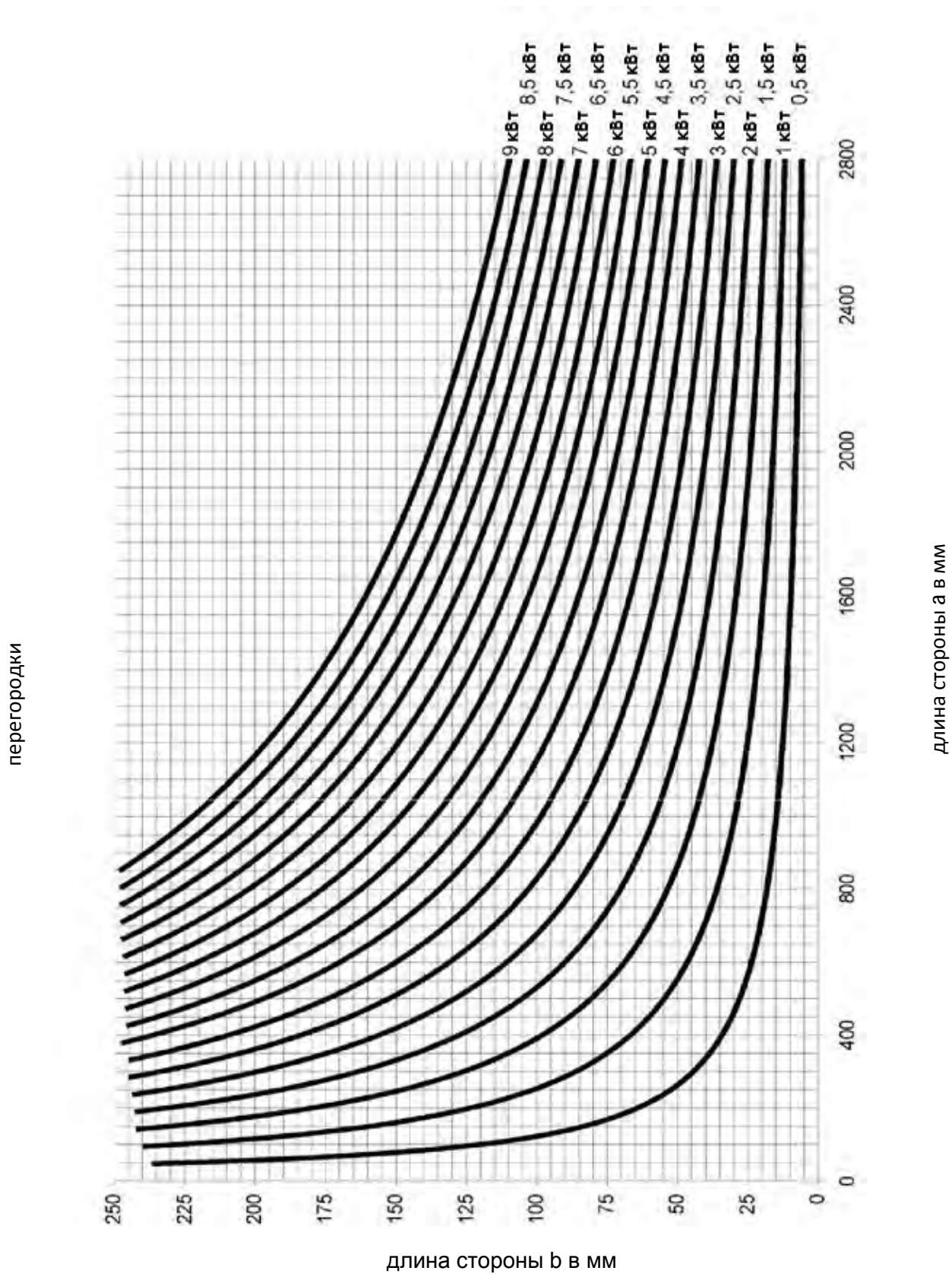
Граничные условия: $\Delta T = 55\text{K}$ (75/20°C)

19.10.10 Диаграмма Моле h-x для влажного воздуха

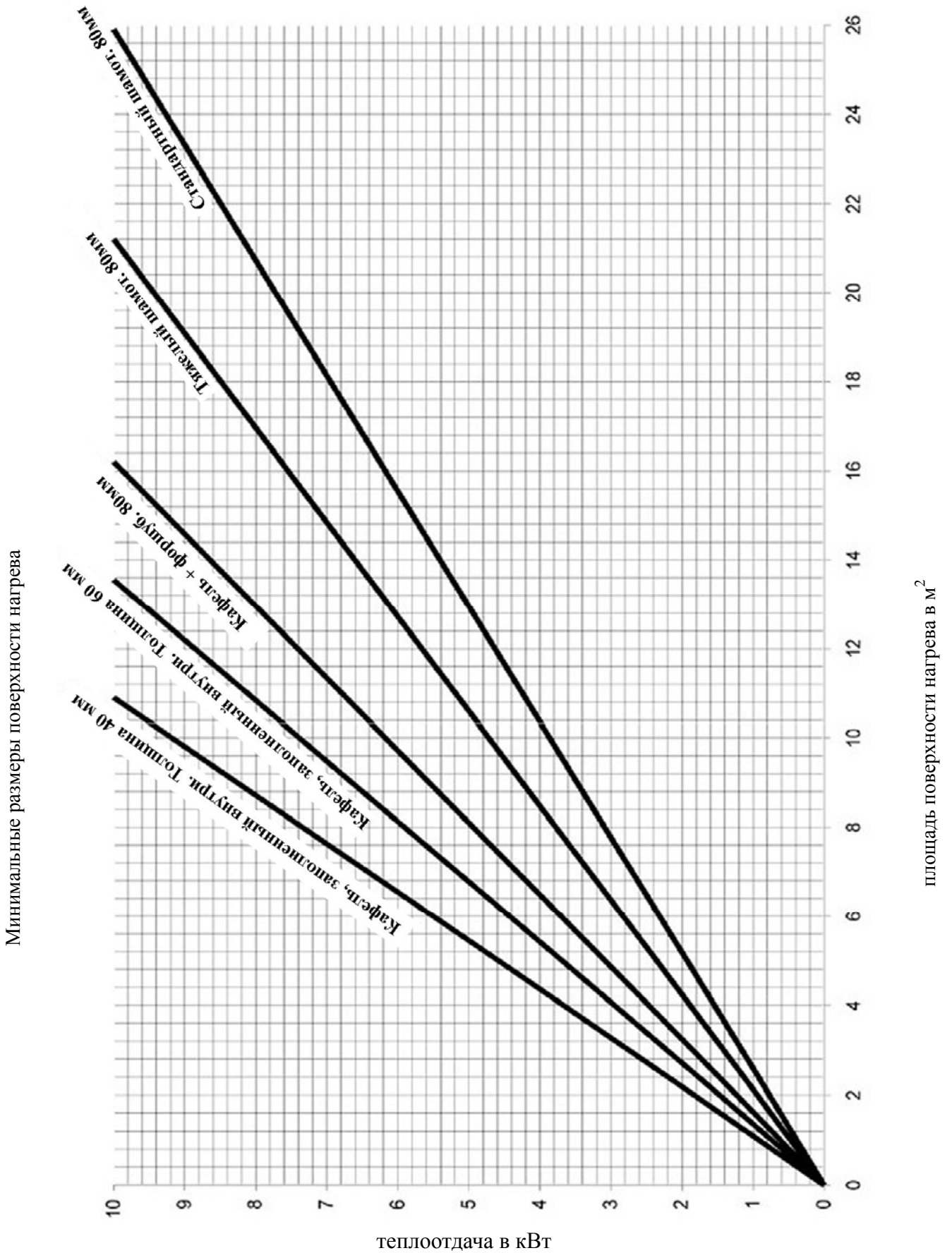


19.11. Отопление нагретыми поверхностями / Гипокауст

19.11.1 Диаграмма 10.2: Определение тепловой мощности перегородки / теплоаккумулирующей шахты

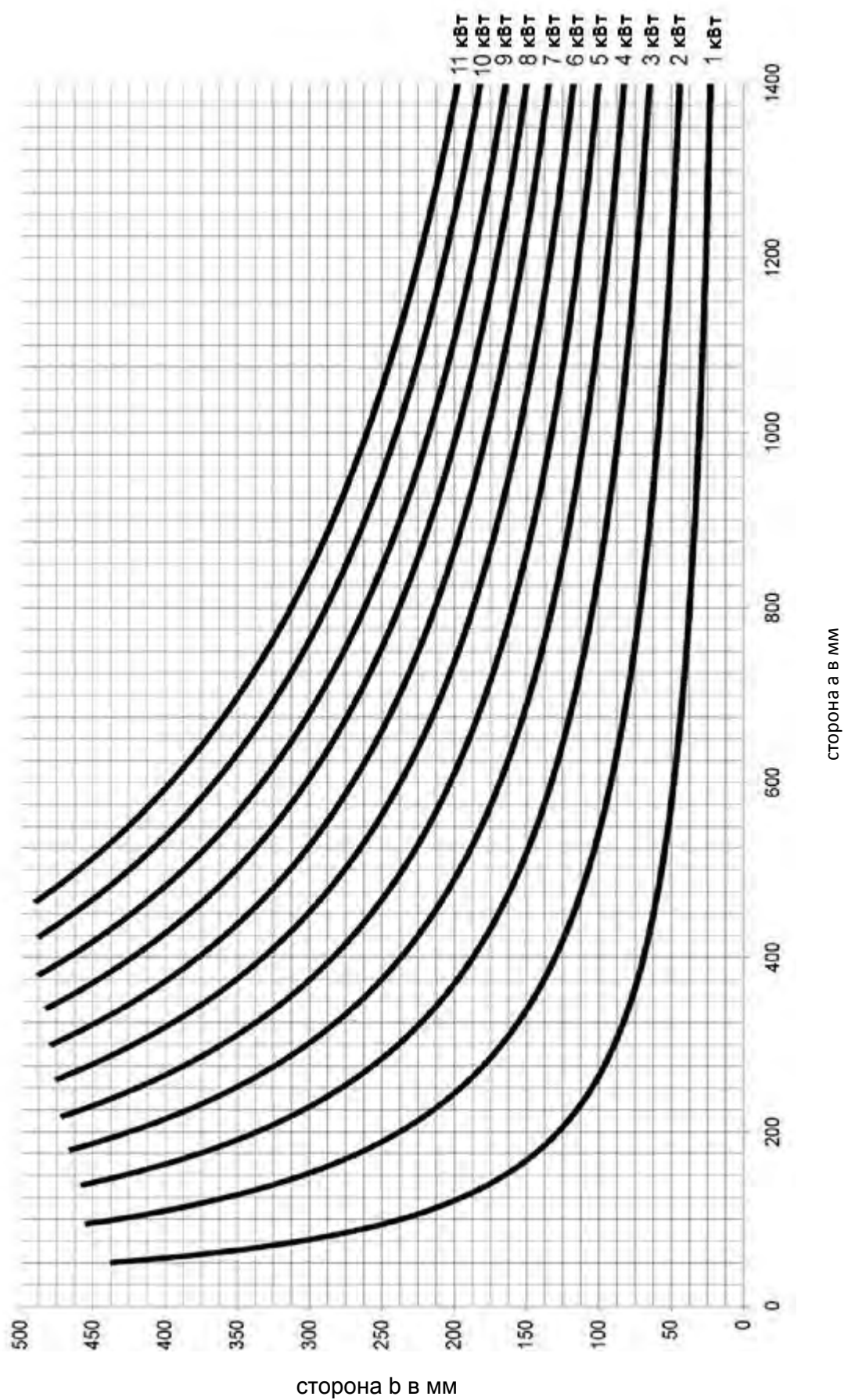


19.11.2 Диаграмма 10.1: Тепловая мощность поверхности нагрева

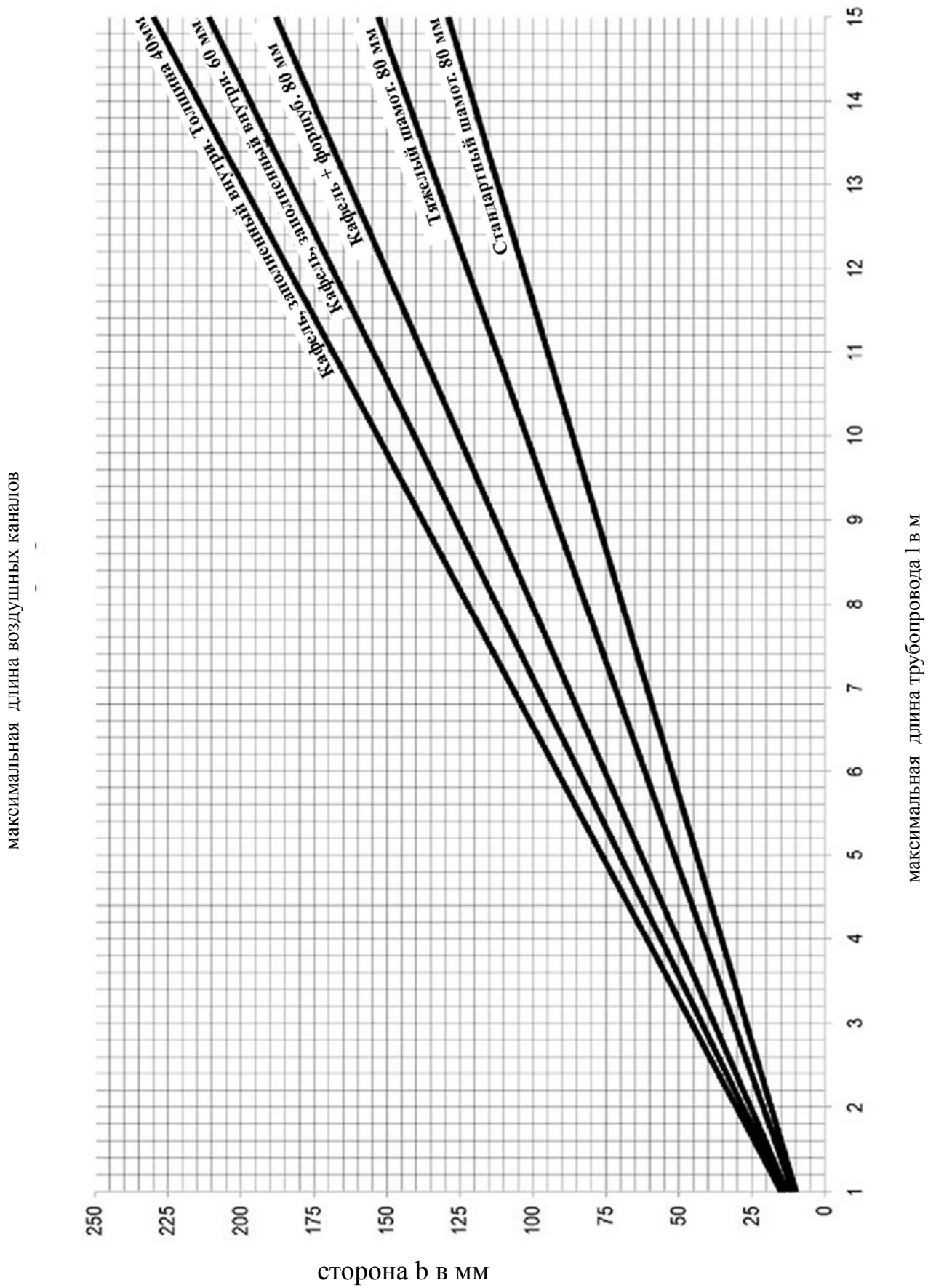


19.11.3 Диаграмма 10.4: Определение размеров каналов приточного и обратного воздуха

размеры каналов приточного и обратного воздуха



19.11.4 Диаграмма 10.3: Максимальная длина воздушных каналов



19.12 Теплоаккумулирующие печи

19.12.1 Формуляр для расчёта теплоаккумулирующей печи

Расчёт теплоаккумулирующей печи в соответствии с TROL

Объект:

Дата:

Исполнитель:

Дымовая труба: Строительные данные или расчёт по DIN EN 13384

Эффективная высота: м Сечение дымовой трубы (см²)
 Форма: круглая Ø = (см) квадратная а = (см)
 Прямоугольная а = (см) прямоугольная б = (см)
 Тип строительной конструкции:

Расчёт активной поверхности (Основание = отопительная нагрузка по DIN EN 12831 или согласованная)

Печь служит как: Основной источник тепла Вспомогательный источник тепла

Тип строительной конструкции		Легкий	Средний	Тяжелый
Удельная номинальная мощность $q_{GO, spez}$	кВт/м ²	0,9	0,75	0,5
Отопительная нагрузка по DIN или согласованная	кВт			
Активная внешняя поверхность A_{GO}	м ²			

$$A_{GO} = \frac{Q_N}{q_{GO, spez}} + \frac{Q_N \cdot 1,5 \cdot cm_{Abetand}}{q_{GO, spez} \cdot 100}$$

Корректирующий к-т при зазоре между топкой / каналами продуктов сгорания и облицовкой 1,5% / 1см

Расчёт тепловой мощности (для заданной / выбранной активной внешней поверхности)

Тип строительной конструкции		Легкий	Средний	Тяжелый
Удельная номинальная мощность $q_{GO, spez}$	кВт/м ²	0,9	0,75	0,5
Активная внешняя поверхность A_{GO}	м ²			
Номинальная мощность Q_N	кВт			

$$Q_N = A_{GO} \cdot q_{GO, spez}$$

Расчёт необходимого количества топлива

Тип строительной конструкции		Легкий	Средний	Тяжелый
Номинальная мощность Q_N	кВт			
Длительность аккумуляции	ч	5ч	8ч	12ч
Количество топлива m_B	кг			

$$m_B = \frac{Q_N \cdot t_N}{H_u \cdot \eta}$$

Примечание:

нижняя теплотворная способность = 4,0 кВт ч/кг дров
 = 5,6 кВт ч/кг брикетов бурого угля
 КПД теплоаккумулирующей печи min = 76%

Тройственный показатель

Тип строительной конструкции		Легкий	Средний	Тяжелый
Массовый поток дымовых газов m_A	г/с			
Температура дымовых газов на входе в трубу t_{Abg}		180°C	180°C	180°C
Требуемая тяга P_{ze}	Па			

$$\dot{m} = a_m \cdot \dot{m}_B$$

$$a_m = L_{UB} \cdot \frac{g/s}{kg/h}$$

L_{UB} = коэффициент для избытка воздуха

Для определения массового потока дымовых газов в зависимости от техники сжигания необходимо исходить из различных коэффициентов избытка воздуха при использовании дров и брикетов из бурого угля.

		Дерево	Брик. бур. угля
При сжигании топлива с открытой топочной дверцей:	$L_{UB} =$	4,72	
При сжигании с соответствующей настройкой подачи воздуха на горение через дверцу	$L_{UB} =$	4,13	4,11
При сжигании с электронноуправляемой настройкой подачи воздуха на горение	$L_{UB} =$	3,65	3,16

$$P_{FR} = P_{Tur} + P_{Brennraum}$$

P_{Tur} задаётся производителем

$P_{Brennraum}$ для топок заводской готовности задаётся производителем

традиционно составляет = 2 Па

с поворотом внутри топки = 5 Па

Значения для P_{HGZ} , P_B , P_{FV} определяются по TROL

	Легкий	Средний	Тяжелый
P_{FR}			
P_{HGZ}			
P_B			
P_{FV}			
P_{ZE}			

Требуемая тяга рассчитывается по формуле:

$$P_{Ze} = P_{FR} + P_{HGZ} + P_B + P_{FV}$$

Расчёт топки и каналов продуктов сгорания

Стеклянные поверхности топочной дверцы в расчетную площадь топки не включены. Тепловая мощность поступает через стекло только во время сжигания топлива и задается производителем дверцы. Если данные производителем не предоставлены, тогда общая внутренняя поверхность топки (A_{oFRges}) определяется с учетом поверхности стекла.

Внутренняя поверхность топки A_{oFR} $A_{oFR} = 1260 \cdot \dot{m}_B$ со стеклом $A_{oFR} = 1260 \cdot \dot{m}_B - 0,7 \cdot A_{glas}$

Внутренняя поверхность топки A_{oFR} расчетная _____ см²

Площадь пода в см² $A_{FR} = 140 \cdot \dot{m}_B$
 Ширина пода b_{FR} в см (в среднем 22 см)
 Глубина топки l_{FR} в см $l_{FR} = A_{FR} / b_{FR}$
 Соотношение сторон от 1:1 до макс. 1:2
 Периметр пода U_{FR} в см $U_{FR} = 2 \cdot (l_{FR} + b_{FR})$
 Высота топки h_{FR} мин. (-5%) средняя макс. (+5%)
 $h_{FRmin} = \frac{A_{oFR} - 2 \cdot A_{FR}}{U_{FR}}$

минимум (-10%)	среднее	максимум (+10%)

Сжигание на колосниковой решётке: поверхность решётки и вместимость зольника.

Поверхность решетки $A_{Ro} = 70 \cdot \dot{m}$ см²
 ширина _____ см длина см _____
 Вместимость зольника $V_{Aschekasten} = 0,8 \cdot \dot{Q}_N$ дм³
 глубина _____ см Высота см _____
 ширина _____ см

Расчёт поперечного сечения и длины каналов.

В соответствии с разделом 11.2.2.5 TROL, для теплоаккумулирующих печей температура продуктов сгорания на входе в канал равна (ϑ_{anfang}) 650°C. При этом должен быть учтён размерный фактор f_{A1} 73,5 (раздел 15.3.3.1)

Мин. поперечное сечение $A_{z,min} = 2,7 \cdot \sqrt{\vartheta_{HG} \cdot \dot{m}}$ Макс. поперечное сечение $A_{z,max} = 11,8 \cdot \sqrt{\vartheta_{HG} \cdot \dot{m}}$

Мин. поперечное сечение см² _____ Среднее сечение для каналов неизменного сечения установлено в пределах от $A_{z,min}$ до $A_{z,max}$. ($A_{z,mittel}$) см² _____
 Макс. поперечное сечение см² _____

Для каналов продуктов сгорания с уменьшающимся сечением, исходя из $A_{z,mittel}$, должны быть определены размеры первого канала с самым большим сечением, приблизительно на 30% больше чем средний и последнего с самым малым сечением, которое должно быть не менее 80% от среднего.

Отсюда $A_{z,anfang} = A_{z,mittel} \cdot 1,3$ $A_{z,ende} = A_{z,mittel} \cdot 0,8$

Наименование	Сечение (см ²)	Сторона "а" (см)	Сторона "б" (см)	на 20% больше чем последующий канал
1. канал				
2. канал				
3. канал				
4. канал				
5. канал				
6. канал				

Если теплоотдающая поверхность канала менее 50% от общей площади внешней поверхности канала, длину канала необходимо увеличить на 15%; если менее 30%, то на 25%. $A_{z,ges} \text{ м}^2$ _____
 $A_{z,wärmeabgebend} \text{ м}^2$ _____

Мин. длина канала $L_{z,min} = \frac{A_z}{73,5}$ в м = _____ Макс. длина + дополнение в % = всего в м _____

Расчёт размеров байпаса / газового шлица

$A_{By} = 0,07 \cdot A_{z,mittel}$ Мин. поперечное сечение составляет 10 см² Выбранное сечение в см² _____

Расчёт потребности воздуха для горения

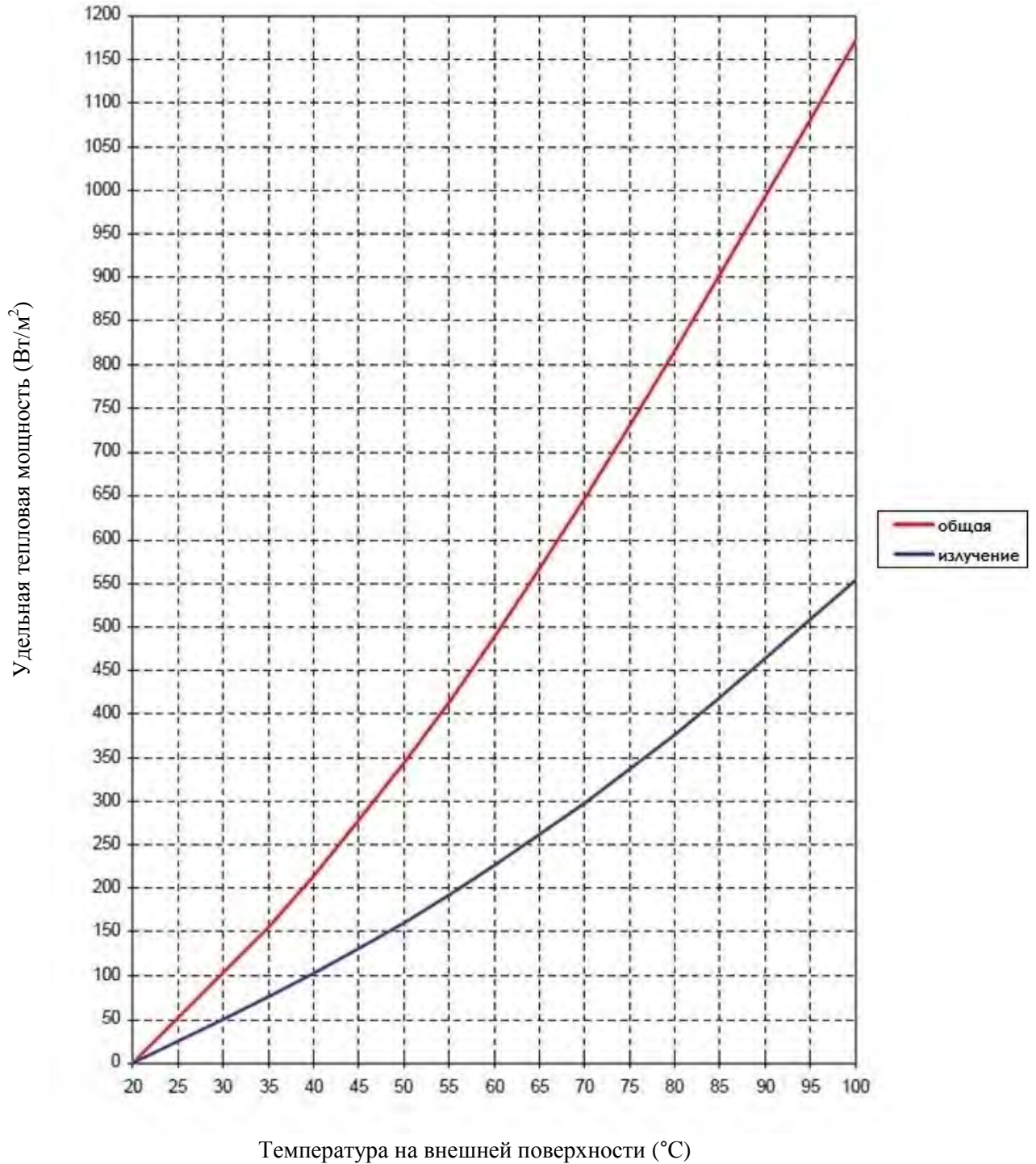
$V = 12,5 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}} \cdot \dot{m}_B$ В расчёте принято: 12,5 м³ воздуха на горение кг топлива = м³ воздуха _____

Расчёт удельной тепловой мощности

$P_{LF} = 8 \text{ kW} \cdot \dot{m}_B$ В расчёте принято: 8 кВт кг топлива = кВт удельной тепловой мощности _____

19.12.2 Диаграмма удельной тепловой мощности.

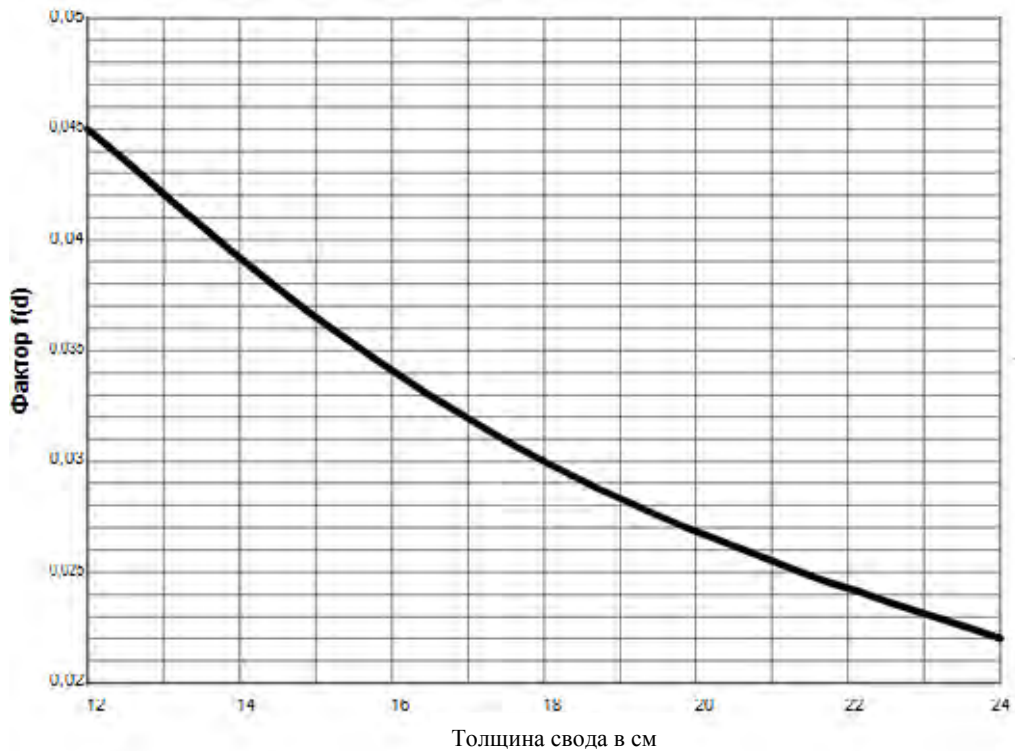
Удельная тепловая мощность



19.13 Хлебопекарные печи

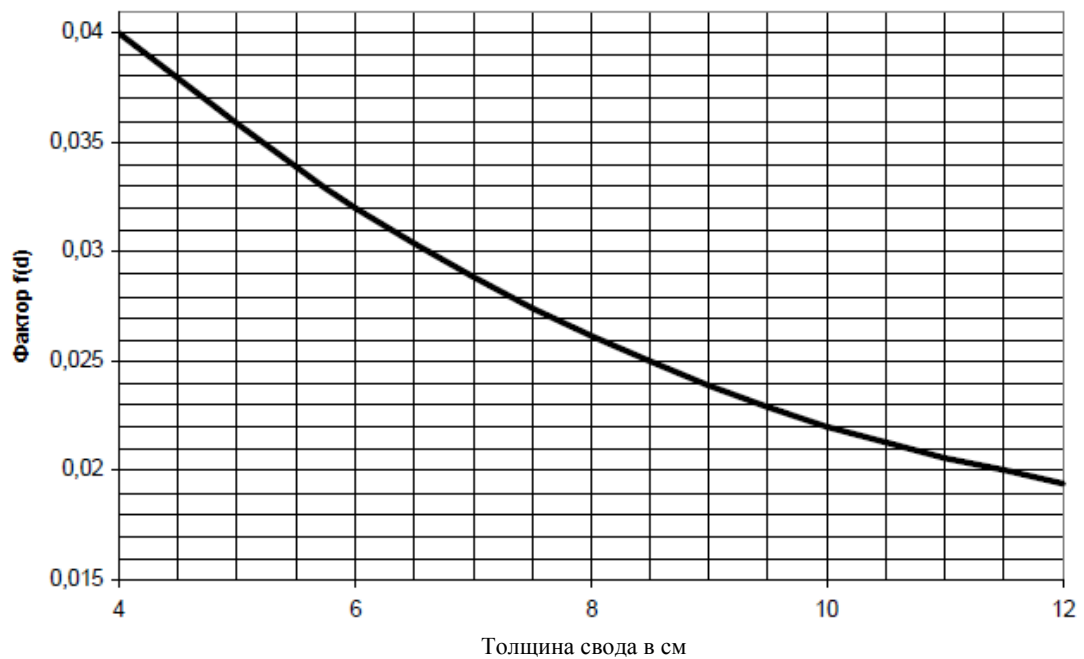
19.13.1 Диаграмма 14.1: Аккумуляция тепла в конструкции теплоаккумулирующей хлебопекарной печи

аккумуляция тепла



19.13.2 Диаграмма 14.2: Аккумуляция тепла в конструкции хлебопекарной печи постоянного горения

аккумуляция тепла



А Приложение

А.1 Условные обозначения и единицы измерений

удельная тепловая мощность теплоаккумулирующей печи	$q_{GO, spez}$	кВт/м ²
удельная тепловая мощность конструкции с зазором	$q_{GO, spez}^*$	кВт/м ²
удельная тепловая мощность гипокауста	$q_{GO, spez}$	кВт/м ²
удельная тепловая мощность активной поверхности конвекционной печи с керамическими каналами продуктов сгорания	$q_{KW, spez.}$	кВт/м ²
удельная тепловая мощность активной поверхности конвекционной печи в области теплоаккумулирующей камеры	$q_{KF, spez.}$	кВт/м ²
тепловая мощность теплоаккумулирующей печи или номинальная тепловая мощность по данным производителя	Q_N	кВт
тепловая мощность одной из частей гипокауста	$Q_{N, Bereich}$	кВт
тепловая мощность приточного воздуха	Q_{ZUL}	кВт
теплоотдача фронтальной плиты топки	Q_{FR}	кВт
тепловая мощность активной поверхности каналов продуктов сгорания	Q_{KW}	кВт
тепловая мощность теплоаккумулирующей камеры	Q_{KF}	кВт
теплотехнический КПД	η	%
условная тепловая мощность DIN 18896	P_{LF}	кВт
общая активная поверхность нагрева гипокауста	A_{HF}	м ²
активная поверхность одного участка	$A_{HF, Bereich}$	м ²
общая активная поверхность теплоаккумулирующей печи	A_{GO}	м ²
расход топлива в час	\dot{m}_B	кг/ч
требуемый объемный расход воздуха в час	\dot{V}_B	м ³ /ч
требуемый объемный расход воздуха особые источники тепла с подключением воздуха для горения	$\dot{V}_{B, sonst}$	м ³ /ч
требуемая тяга источника тепла	P_W	Па
требуемая тяга соединительного элемента	P_{FV}	Па
требуемое давление (сопротивление потоку)	P_B	Па
требуемая тяга на входе в патрубок дымовой трубы	P_{Ze}	Па
требуемая тяга печной топки без каналов	$P_{W, HE}$	Па
требуемая тяга трубы дымовых газов 1 HGR1	P_{HGR1}	Па
требуемая тяга трубы дымовых газов 2 HGR2	P_{HGR2}	Па
требуемая тяга керамических каналов продуктов сгорания	P_{HGZ}	Па
требуемая тяга топки теплоаккумулирующей печи	P_{FR}	Па

требуемая тяга топки теплоаккумулирующей печи	$P_{\text{Brennraum}}$	Па
требуемая тяга на входе в дверцу теплоаккумулирующей печи	$P_{\text{Tür}}$	Па
требуемая тяга духовки хлебопекарной печи	P_{Backraum}	Па
температура дымовых газов на входе в дымовую трубу	ϑ_W	°C
температура дымовых газов на выходе из канала продуктов сгорания, данные производителя	ϑ_{Abg}	°C
температура продуктов сгорания на входе в керамический канал	$\vartheta_{\text{anfang}}$	°C
температура продуктов сгорания на выходе из керамического канала	ϑ_{HGZ}	°C
температура продуктов сгорания в патрубке топки	$\vartheta_{\text{Stutzen}}$	°C
температура продуктов сгорания в патрубке источника тепла для двух этажей	ϑ_{HG}	°C
снижение температуры в трубе продуктов сгорания 1	$\Delta \vartheta_{\text{HGR1}}$	К
снижение температуры в трубе продуктов сгорания 2	$\Delta \vartheta_{\text{HGR2}}$	К
снижение температуры в соединительном элементе	$\Delta \vartheta_{\text{Verb.stück}}$	К
высота восходящей трубы источника тепла для отопления двух этажей	$h_{\text{Steigrohr}}$	м
массовый поток дымовых газов	\dot{m}	г/с
тепловая нагрузка (ранее потребность в тепле)	Φ_{HL}	кВт
тепловая нагрузка передаваемого тепла	Φ_{T}	кВт
тепловая нагрузка по нагреву воздуха	Φ_{V}	кВт
мощность на повторный нагрев	Φ_{RH}	кВт
объемный расход воздуха на горение	\dot{V}_{ZUL}	м³/ч
объемный расход циркуляционного воздуха	\dot{V}_{UML}	м³/ч
температура циркуляционного воздуха	ϑ_{UML}	°C
температура приточного воздуха	ϑ_{ZUL}	°C
средняя температура теплоаккумулирующей камеры	$\vartheta_{\text{HK,mittel}}$	°C
разница температур циркуляционного и приточного воздуха	$\Delta \vartheta_{\text{UML/ZUL}}$	К
скорость потока приточного воздуха	W_{ZUL}	м/с
свободное сечение теплоаккумулирующей камеры	A_{HK}	см²
свободное сечение решётки приточного воздуха	$A_{\text{G,ZUL}}$	см²
свободное сечение решётки циркуляционного воздуха	$A_{\text{G,UML}}$	см²
зазор в теплоаккумулирующей камере	S_{HK}	см
глубина закрытой топки	T_{HE}	см
ширина закрытой топки	B_{HE}	см
плотность циркуляционного воздуха	ρ_{UML}	кг/м³
плотность приточного воздуха	ρ_{ZUL}	кг/м³

удельная теплоёмкость воздуха	$C_{p, Luft}$	Втч/(кг К)
сумма всех отдельных местных сопротивлений системы	Z	Па
потери давления в воздуховоде	ΔP_{Ltg}	Па
коэффициент трения	λ	
длина прямых воздухопроводов	l	м
диаметр воздуховода	d	°C
сумма сопротивлений для фасонного элемента	$\Sigma \zeta$	
потери давления на трение для прямых воздухопроводов	R	Па/м
подъемная сила в системе распределения воздуха	P_o	Па
высота подъема в системе распределения воздуха	h_o	м
минимальный зазор между промежуточными стенками гипокауста	$b_{ZW, min}$	мм
длительность аккумуляции тепла или интервал между закладками теплоаккумулирующей печи	t_N	ч
время сгорания общего количества топлива в теплоаккумулирующей печи	t_F	ч
внутренняя поверхность топки теплоаккумулирующей печи	A_{oFR}	см ²
результатирующая внутренняя поверхность топки теплоаккумулирующей печи за вычетом поверхности стекла	A_{oFRges}	см ²
поверхность стекла топки теплоаккумулирующей печи	A_{Glas}	см ²
площадь горения топки теплоаккумулирующей печи	A_{FR}	см ²
поверхность колосника теплоаккумулирующей печи	A_{Ro}	см ²
высота топки теплоаккумулирующей печи	h_{FR}	см
размер поверхности горения теплоаккумулирующей печи	U_{FR}	см
длина стены a (глубина) топки теплоаккумулирующей печи	a_{FR}	см
длина стены b (ширина) топки теплоаккумулирующей печи	b_{FR}	см
поперечное сечение штуцера дымовых газов открытого камина	$A_{Stutzen}$	м ²
теплотехнический коэффициент безопасности открытого камина	S_E	
топочное отверстие	A_F	м ²
размерный коэффициент для каналов продуктов сгорания	$f_{A/I}$	см ² /м
среднее сечение канала	A_Z	см ²
минимально возможное среднее сечение канала	$A_{Z, min}$	см ²
максимально возможное среднее сечение канала	$A_{Z, max}$	см ²
поперечное сечение первого канала	$A_{Z, anfang}$	см ²
поперечное сечение последнего канала	$A_{Z, ende}$	см ²
минимальная длина канала	$L_{Z, min}$	м
фактическая длина канала	L_Z	м
максимально возможная длина канала	$L_{Z, max}$	м

откорректированная максимальная длина канала для строительного типа с зазорами	$L_{Z,max,korr}$	м
зазор между каналом продуктов сгорания и облицовкой	d_{HGZ}	см
поперечное сечение байпаса	A_{By}	см ²
теплотворная способность или низшая теплота сгорания топлива	H_u	кВтч/кг
удельный коэффициент массового потока дымовых газов в зависимости от вида топлива	a_m	
удельный коэффициент камина, эксплуатируемого как открытый, в зависимости от размера топочного отверстия	f_{mf}	г/(с·м ²)
ускорение свободного падения	g	9,81 м/с ²

A2: Формулы

Скорость потока: (w)

$$w = \frac{V}{A}$$

Единицы измерения

$$\frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{\text{м}^3}{\text{с} * \text{м}^2}$$

Где

w=скорость в м/с

V=объемный расход в м³/с

A=площадь в м²

Примечание: время в ч (ч) = с*3600

Объемный расход: (V)

$$V = A * w$$

Единицы измерения

$$\frac{\text{м}^3}{\text{с}} = \frac{\text{м}^2 * \text{м}}{\text{с}}$$

Где:

w=скорость в м/с

V=объемный расход в м³/с

A=площадь в м²

Примечание: м³/ч=3600* м³/с

Площадь поперечного сечения: A

$$A = \frac{V}{w}$$

Единицы измерения

$$\text{м}^2 = \frac{\text{м}^3 * \text{с}}{\text{с} * \text{м}}$$

Где:

w=скорость в м/с

V=объемный расход в м³/с

A=площадь в м²

Примечание: 1м³/с=3600 м³/ч

Объемный расход нагретого воздуха: (V_{ZL})

$$V_{ZL} = \frac{Q_{ZL}}{\rho * c_p * \Delta\theta}$$

Единицы измерения

$$\frac{\text{м}^3}{\text{ч}} = \frac{\text{Вт} * \text{м}^3 * \text{кг} * \text{К}}{\text{кг} * \text{Втч} * \text{К}}$$

Где:

V_{ZL}=объемный расход приточного воздуха в м³/ч

Q_{ZL}=тепловая мощность в Вт

ρ=плотность воздуха в кг/м³

c_p=удельная теплоёмкость воздуха в Втч / кг*К

Δθ=разница температура в К

Температура воздуха после перемешивания (θ_{MI})

$$\theta_{MI} = \frac{V_{UL} * \rho_{UL} * \theta_{UL} + V_{AL} * \rho_{AL} * \theta_{AL}}{V_{UL} * \rho_{UL} + V_{AL} * \rho_{AL}}$$

Единицы измерения

$$\text{К} = \frac{\text{м}^3 * \text{ч} * \text{кг} * \text{м}^3 * \text{К}}{\text{ч} * \text{м}^3 * \text{м}^3 * \text{кг}}$$

Где:

V_{UL}=расход циркуляционного возд. в м³/ч

V_{AL}=расход наружного возд. в м³/ч

θ_{UL}=температура цирк. возд. в К или °С

θ_{AL}=темп. наружного воздуха в К или °С

θ_{MI}=темп. возд. после перемеш. в К или °С

ρ_{UL}=плотность циркуляционного воздуха в кг/м³

ρ_{AL}=плотность наружного воздуха в кг/м³

Тепловая мощность, необходимая для подогрева воздуха (Q_L)

$$Q_L = V_{ZL} * \rho * c_p * \Delta\theta$$

Единицы измерения

$$\text{Вт} = \frac{\text{м}^3 * \text{кг} * \text{Втч} * \text{К}}{\text{ч} * \text{м}^3 * \text{кг} * \text{К}}$$

Где:

Q_L=общая тепловая мощность в Вт

V_{ZL}=объемный расход приточного воздуха в м³/ч

ρ=плотность воздуха в кг/м³

c_p=удельная теплоёмкость воздуха в Втч / кг*К

Δθ=разница температур в К

Повышение температуры воздуха: (Δθ)

$$\Delta\theta = \frac{Q_L}{V_{ZL} * \rho * c_p}$$

Единицы измерения

$$\text{К} = \frac{\text{Вт} * \text{ч} * \text{м}^3 * \text{кг} * \text{К}}{\text{м}^3 * \text{кг} * \text{Втч}}$$

Где:

V_{ZL}=объемный расход приточного воздуха в м³/ч

Q_L=тепловая мощность в Вт

ρ=плотность воздуха в кг/м³

c_p=удельная теплоёмкость воздуха в Втч/кг*К

Δθ=разница температур в К

Формулы

<p>Плотность воздуха в зависимости от температуры</p> <p>Где:</p> $\rho_{\vartheta} = \frac{\rho_{0^{\circ}C} * 273K}{273K * \vartheta}$ $\rho_{\pm 0^{\circ}C} = \text{плотность воздуха при заданной температуре } (\vartheta) \text{ в кг/м}^3$ $\rho_{\pm 0^{\circ}C} = \text{плотность воздуха при } 0^{\circ}C = 1,293 \text{ кг/м}^3$ $\vartheta = \text{Температура в } ^{\circ}C$	
<p>Расчёт удельной теплоотдачи кафельной поверхности</p> <p>1. Расчёт конвективной теплоотдачи</p> $\alpha_K = 2,6 * \sqrt[4]{\vartheta_{OF} - \vartheta_R}$ $\alpha_K = \text{коэффициент теплоотдачи в Вт/м}^2 \text{ К}$ $\vartheta_{OF} = \text{температура внешней поверхности в } ^{\circ}C$ $\vartheta_R = \text{температура в помещении (20 } ^{\circ}C)$ <p>В результате конвективная теплоотдача равна:</p> $q_K = \alpha_K * (\vartheta_{OF} - \vartheta_R)$ $q_K = \text{удельная тепловая мощность в Вт/м}^2 \text{ К (конвекция)}$ $q_S = \text{удельная тепловая мощность в Вт/м}^2 \text{ К (излучение)}$ $\alpha_K = \text{коэффициент теплоотдачи в Вт/м}^2 \text{ К}$ $\vartheta_{OF} = \text{температура внешней поверхности в } ^{\circ}C$ $\vartheta_R = \text{температура в помещении (20 } ^{\circ}C)$ <p>2. Расчёт удельной передачи тепла излучением</p> <p>Основная формула:</p> $q_S = C_{1,2} * \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ <p>Исходные данные: $C_s = 5,67 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}^4$ (чёрное тело) $C_{Kachel} = 5,40 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}^4$ $C_{Haut} = 4,70 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}^4$ $T_1 = \text{температура излучающей поверхности в К}$ $T_2 = \text{температура облучаемой поверхности в К}$ $C_{1,2} = \text{количество излучения}$ (в зависимости от расположения поверхностей)</p> $C_{1,2} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_s}} = \approx 4,51 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}^4$ <p>Единицы измерения</p> $q_S = \frac{\text{Вт} * \text{К}^4}{\text{м}^2 * \text{К}^4} = \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ <p>3. Расчёт общей теплоотдачи: $q_{ges} = q_K + q_S$</p>	
<p>Тепловая мощность горения</p> <p>(номинальная тепловая мощность в кВт) * (продолжительность аккумуляции в ч)</p> <p>(продолжительность горения в ч * КПД в %)</p>	<p>Количество топлива</p> <p>(количество топлива в кг) * (продолжительность аккумуляции в ч)</p> <p>(низшая теплота сгорания топлива в кВтч/кг * КПД в %)</p>
<p>Подъёмная сила воздуха (P₀)</p> $P_0 = h_0 * g * (\rho_{UL} - \rho_{ZL})$ <p>Единицы измерения</p> $P_a = \frac{\text{м} * \text{кг} * \text{м}}{\text{м}^3 * \text{с}^2} = \frac{\text{кг} * \text{м}}{\text{м}^2 * \text{с}^2} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$	<p>Где:</p> $P_0 = \text{подъёмная сила в Па (кг/м}^3 \text{с}^2) = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$ $h_0 = \text{высота подъема в м}$ $\rho_{UL} = \text{плотность циркуляционного воздуха в кг/м}^3$ $\rho_{ZL} = \text{плотность приточного воздуха в кг/м}^3$ $g = \text{ускорение свободного падения} = 9,81 \text{ м/с}^2$