



Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА
имени адмирала С. О. МАКАРОВА**

Институт ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
Кафедра портов, строительного производства, оснований и фундаментов

В.Н. Смирнов

ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Учебно-методическое пособие
по выполнению практических работ**

Санкт-Петербург
Изд-во ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова
2018

УДК 721
ББК 85.11

Рецензент:
Доктор технических наук, профессор
Колосов М.А.

Смирнов В. Н. Основы архитектуры и строительных конструкций. Учебно-методическое пособие по выполнению практических работ. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2018. — 48 с.

Учебно-методическое пособие содержит рекомендации по выполнению студентами практических работ при изучении дисциплины "Основы архитектуры и строительных конструкций".

Учебно-методическое пособие соответствует авторскому курсу дисциплины "Основы архитектуры и строительных конструкций" и "Внутренние сети" и предназначено для студентов очной и заочной формы обучения по направлению 08.03.01 "Строительство", профиль "Гидротехническое строительство".

© ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова», 2018
© В.Н. Смирнов 2018

Введение

Учебно-методическое пособие содержит рекомендации и исходные данные по выполнению студентами практических работ в ходе изучения дисциплин «Основы архитектуры и строительных конструкций» и «Внутренние сети».

Цель выполнения практических работ – приобретение опыта проектирования и расчета отдельных конструкций зданий и оборудования, а также приобретение навыков работы с нормативной литературой.

1. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ

В обычных условиях поступление тепла на внутреннюю поверхность наружного ограждения помещения происходит конвекцией от воздуха и излучением от поверхностей внутренних стен. Расчетная схема для этих условий приведена на рис. 1.

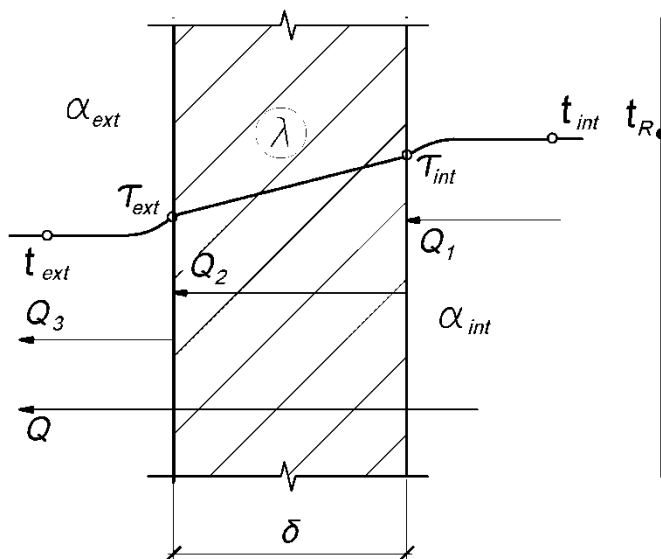


Рис. 1. Расчетная схема

В этих условиях температура внутренней поверхности ограждения ниже температуры воздуха в помещении и ниже температуры поверхности внутренних ограждений.

Величина теплового потока Q_1 в Вт, поступающего к внутренней поверхности ограждающей конструкции может быть определена из выражения:

$$Q_1 = [\alpha_k (t_{\text{int}} - \tau_{\text{int}}) + \alpha_l (t_R - \tau_R)] \cdot F = \alpha_{\text{int}} (t_R - \tau_{\text{int}}) \cdot F, \quad (1)$$

где α_k - коэффициент конвективного теплообмена, Вт/(м²·°C);

t_{int} - температура воздуха в помещении, °C;

τ_{int} - температура внутренней поверхности ограждения, °C;

α_l - коэффициент лучистого теплообмена, Вт/(м²·°C);

t_R - радиационная температура, которую в практических расчетах для большинства помещений можно условно принять равной температуре воздуха в помещении, °C;

α_{int} - коэффициент теплообмена на внутренней поверхности ограждения, Вт/(м²·°C);

F - площадь поверхности;

$$\alpha_{\text{int}} = \alpha_k + \alpha_l.$$

Выражение 1 можно записать в виде:

$$Q_1 = \frac{1}{R_{\text{int}}} (t_{\text{int}} - \tau_{\text{int}}) \cdot F, \quad (2)$$

где R_{int} - сопротивление теплообмену на внутренней поверхности ограждения, м²·°C/Вт.

От наружной поверхности ограждения тепло также передается конвекцией и излучением:

$$Q_3 = \alpha_{\text{ext}} (\tau_{\text{ext}} - t_{\text{ext}}) \cdot F = \frac{1}{R_{\text{ext}}} (\tau_{\text{ext}} - t_{\text{ext}}) \cdot F, \quad (3)$$

где R_{ext} - сопротивление теплообмену на наружной поверхности, м²·°C/Вт.;

τ_{ext} - температура наружной поверхности ограждения;

t_{ext} - температура наружного воздуха.

Количество тепла Q_2 , проходящего через толщу ограждения, определяется разностью температур на его поверхностях и зависит от самой конструкции ограждения (количества слоев и их характеристик).

Для однослойного ограждения в соответствии с рис. 1. величина Q_2 будет равна:

$$Q_2 = \frac{\delta}{\lambda} (\tau_{\text{int}} - \tau_{\text{ext}}) \cdot F, \quad (4)$$

где λ - коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C);

δ - толщина ограждения, м

$$\frac{\delta}{\lambda} = R_T - \text{сопротивление теплопроводности, м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

При установившемся тепловом режиме, когда температуры и другие характеристики процесса теплопередачи остаются неизменными, можем записать:

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3, \quad (5)$$

где Q – количество тепла, теряемого помещением через ограждение, Вт.

Общая формула для вычисления Q может быть записана в виде:

$$Q = \frac{1}{R_{\text{int}} + R_T + R_{\text{ext}}} (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \cdot F = \frac{1}{R_0} (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \cdot F, \quad (6)$$

где R_0 - общее сопротивление теплопередаче, м²·°C/Вт.

Для многослойного ограждения величина R_T определяется из выражения:

$$R_T = \sum R_n, \quad (7)$$

где R_n - термическое сопротивление отдельного слоя.

В случае сложной конструкции ограждения с различными слоями и наличием воздушной прослойки (рис. 2), общее сопротивление теплопередаче будет равно:

$$R_0 = R_{\text{int}} + \sum R_n + R_{\text{en}} + R_{\text{ext}}, \quad (8)$$

где R_{en} - сопротивление воздушной прослойки.

Величина обратная R_0 является коэффициентом теплопередачи ограждения K :

$$K = \frac{1}{R_0}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)} \quad (9)$$

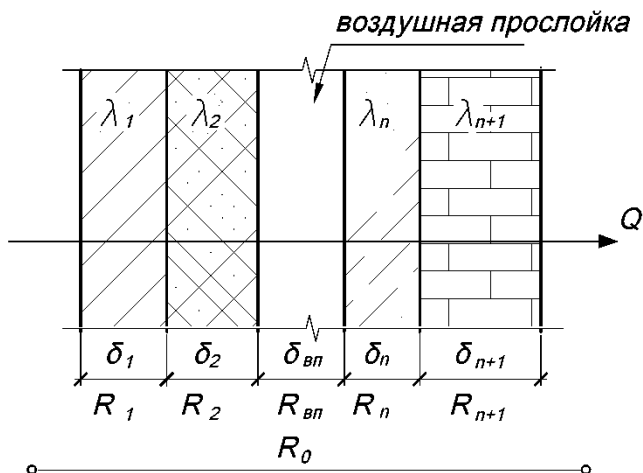


Рис.2. Общее сопротивление теплопередаче ограждения

Коэффициент теплопередачи ограждения – это величина, численно равная тепловому потоку в Bm , проходящему в стационарных условиях через 1 м^2 площади ограждения в час при разности температуры между внутренним и наружным воздухом в 1 градус.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 «ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЯ»

2.1. Цель выполнения работы

Цель выполнения работы – приобретение опыта проектирования наружных ограждений здания на примере проектирования наружной стены, отвечающей санитарно-гигиеническим требованиям и условиям энергосбережения, а также приобретение навыков работы с нормативной литературой.

2.2. Требования, предъявляемые к стенам здания

К проектируемым стенам здания предъявляются следующие требования:

- несущие стены должны иметь достаточную прочность и устойчивость при действии на них вертикальных и горизонтальных нагрузок;
- обеспечивать защиту от внешних атмосферных воздействий и заданный температурно-влажностный режим внутри помещений;
- обладать теплоизолирующими свойствами, звукоизоляционными качествами, иметь меньший вес и толщину;
- долговечность и огнестойкость стен должна соответствовать классу здания;
- с целью повышения индустриализации строительства стены следует проектировать по возможности из более крупных элементов;
- архитектурные требования - обладать декоративными качествами;
- обеспечивать реализацию архитектурного облика здания, предусмотренного проектом;
- экономические требования.

В связи с тем, что действующими нормами предъявляются высокие требования к теплотехническим свойствам наружных ограждений, конструирование однородной стены может привести к значительному увеличению ее толщины. Например, при величине приведенного сопротивления теплопередаче R_0 порядка $3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, стена из полнотелого глиняного кирпича должна иметь толщину около 2м.

Поэтому следует проектировать теплоэффективные комбинированные многослойные наружные стены, включающие утеплительный слой из теплоизоляционных материалов, воздушные прослойки, наружную систему теплоизоляции и т.д. [1-19].

Могут также применяться вентилируемые фасадные системы, состоящие из навесного фасадного экрана, конструкции, обеспечивающей его крепление к стене и теплоизоляции. При этом толщина несущей части стены определяется только прочностными характеристиками конструкционного материала.

Теплотехнический расчет наружной стены здания выполняется в соответствии с положениями свода правил СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [1], СП 131.13330.2012 [2].

Конечной целью расчета является вычисление толщины расчетного слоя стены: кирпичной кладки, панели, бетонного блока, бруса или бревна, или толщины слоя теплоизоляции при заданных толщинах слоев наружной многослойной стены.

Расчет выполняется в соответствии с индивидуальным заданием на проектирование.

Показателями тепловой защиты здания являются: приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 , санитарно-гигиенический показатель, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций Δt_n , и температуру на внутренней поверхности ограждения выше температуры точки росы, а также удельный расход тепловой энергии на отопление здания.

В наружных стенах зданий и сооружений с сухим или нормальным режимом помещений невентилируемые (замкнутые) воздушные прослойки и каналы могут быть запроектированы высотой не более высоты этажа (и не более 6 м).

В случае неоднородной ограждающей конструкции выполняются специальные расчеты.

При расчете следует иметь в виду, что слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются.

2.3. Порядок расчета

2.3.1. Расчет выполняется по индивидуальному заданию (приложение 1). Исходные данные определяются по номеру зачетной книжки студента. Вариант конструкции стены здания соответствует последней цифре. Вариант климатических параметров соответствует порядковому номеру списочного состава группы. Для выполнения теплотехнических расчетов со-

ставляется расчетная схема в соответствии с индивидуальным заданием и принятой конструкцией ограждения, на которой указывается направление теплового потока, толщина слоев, условия теплообмена и приводятся теплофизические характеристики всех слоев (приложение 2).

2.3.2. Определяются градусо-сутки отопительного периода по формуле:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot z_{\text{ht}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{int}} = 18^\circ\text{C}$ - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания (для административно-бытовых зданий);

t_{ht} , z_{ht} – соответственно средняя температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$ и продолжительность (суток) отопительного периода, принимаемые в соответствии с СП 131.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха $\leq 8^\circ\text{C}$ (приложение 1).

2.3.3. Вычисляется в соответствии с СНиП 23-02-2003 приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0 ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$), которое должно быть не менее нормируемых значений R_{req} ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) в зависимости от градусо-суток района строительства определяемых по таблице 1 [1].

Таблица 1

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения, коэффициенты а и в	Градусо-сутки отопительного периода D_d , $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_{req} , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций				
		Стен	Покровы и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей с вертикальным остеклением

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
a	-	0,00035	0,0005	0,00045	-	0,000025
b	-	1,4	2,2	1,9	-	0,25
2. Общественные, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
a	-	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
b	-	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25

Значения R_{req} для величин D_d , отличающихся от табличных, вычисляются по формуле:

$$R_{req} = a \cdot D_d + b, \quad (2)$$

где D_d – градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного населенного пункта; а и b – коэффициенты, значения которых принимают по данным табл. 1 для соответствующих групп зданий, за исключе-

нием графы 6 для группы зданий в поз.1, где для интервала до 6000 °С·сут: а = 0,000075, b=0,15; для интервала 6000-8000 °С·сут: а = 0,00005, b=0,3; для интервала 8000 °С·сут и более: а = 0,000025, b=0,5.

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачного перекрытия и перекрытия над неотапливаемым подвалом, отделяющих помещения здания от пространств с температурой воздуха t_c ($t_{ext} < t_c < t_{int}$), следует уменьшать умножением величин, указанных в графе 5, на коэффициент, определяемый по примечанию к таблице табл. 2 [1].

Таблица 2

Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4
Примечание - Для чердачных перекрытий теплых чердаков и цокольных перекрытий над подвалами с температурой воздуха в них t_c большей t_{ext} , но меньшей t_{int} коэффициент n следует определять по формуле $n = (t_{int} - t_c) / (t_{int} - t_{ext})$	

2.3.4. Вычисляется неизвестная толщина слоя δ_x наружного ограждения (или перекрытия) из следующего условия:

$$R_0 \geq R_{req} \quad (3)$$

Записывается уравнение для вычисления сопротивления теплопередаче R_0 , ограждающей конструкции строго в соответствии с заданной расчетной схемой (учитываются только слои для данной конструкции ограждения).

В общем случае, когда в конструкции имеется несколько слоев и присутствует воздушная прослойка выражение для сопротивления теплопередаче имеет вид:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_x}{\lambda_x} + R_{en} + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \quad (4)$$

где $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций (принимается по СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»);

$\frac{\delta_i}{\lambda_i} = R_i$ - сопротивления теплопередаче отдельных слоев ограждения, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

δ_i - толщина отдельных слоев ограждения за исключением расчетного в м;

λ_i - коэффициенты теплопроводности отдельных слоев ограждения (кроме расчетного слоя) в $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ - принимаются в соответствии с приложением 3[4]. Характеристики некоторых строительных материалов приведены в таблице 3.

λ_x - коэффициент теплопроводности расчетного слоя;

R_{en} - сопротивление теплопередаче замкнутой воздушной прослойки, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, - принимается по таблице 4;

α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для расчетных зимних условий, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принимается по таблице 5.

Таблица 3

Характеристики строительных материалов

№ вари- анта	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии		Расчетные коэффициен- ты теплопро- водности при условиях эксплуатации (А или Б) λ , Вт/(м·°C)	
		Плот- ность γ_0 кг/м ³	Коэффи- циент тепло- провод- ности λ_0 Вт/(м·°C)	А	Б
1	2	3	4	5	6
1, 2	Сосна и ель поперек воло- кон (ГОСТ 8486, ГОСТ 9463)	500	0,09	0,14	0,18
3	Кирпич керамический пу- стотелый на цементно- песчаном растворе	1400	0,40	0,49	0,55
4,5	Кирпич керамический полнотелый на цементно- песчаном растворе	1600	0,45	0,61	0,70
5	Вермикулитобетон	600	0,14	0,16	0,17
	Пеносиликат	800	0,17	0,19	0,21
7	Пеноплэкс	35	0,028	0,029	0,30
7	Керамзитобетон на кварце- вом песке	1200	0,41	0,52	0,58
8	Ячеистый бетон на кварце- вом песке (марка D500)	500	0,12	0,14	0,15

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
9	Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	800	0,23	0,29	0,35
10	Плиты жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих	350	0,091	0,09	0,11
-	Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка) (ГОСТ 6266)	800	0,15	0,19	0,21
5,6,10	Штукатурка «Ротбанд»	950	0,25	0,25	0,25
-	Известково-песчаный раствор	1600	0,47	0,70	0,81
	Газобетон	1000	0,21	0,23	0,25
	Пемзобетон	1200	0,34	0,40	0,43
	Пемзобетон	1000	0,26	0,30	0,34
-	Цементно-песчаный раствор	1800	0,58	0,76	0,93
-	Цементно-перлитовый раствор	1000	0,21	0,26	0,30
	Пенополистирол	100	0,041	0,041	0,052
-	Пенопласт ПХВ-1 (ТУ 6-05-13-79) и ПВ-1 (ТУ 6-05-1158-78)	125	0,052	0,06	0,064
-	Плиты Rockwool	135	0,036	0,043	0,045
-	Гравий керамзитовый	200	0,099	0,11	0,12
-	Вермикулит вспученный	200	0,076	0,09	0,11
-	Щебень и песок из перлита вспученного	200	0,064	0,076	0,080
-	Рубероид, пергамин, толь	600	0,17	0,17	0,17
-	Плиты древесноволокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598,	800	0,13	0,19	0,23

	ГОСТ 10632)				
--	-------------	--	--	--	--

Таблица 4

Сопротивление теплопередаче замкнутых воздушных прослоек

Толщина воз- душной про- слойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, R_{en} (м² °C)/Вт			
	Горизонтальной при потоке тепла снизу-вверх и вертикальной		Горизонтальной при потоке теп- ла сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
1	2	3	4	5
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
1	2	3	4	5
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2–0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Таблица 5

Коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, α_{ext} Вт/(м ² ·°С)
1	2
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительноклиматической зоне	23

2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщаемыми с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17
--	----

Окончание табл. 5

1	2
3. Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4. Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

Значения коэффициента λ принимаются в зависимости от условий эксплуатации ограждающих конструкций (влажностный режим помещений) и с учетом зон влажности в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012. Условия эксплуатации принимаются по СНиП [1] и таблице 6, а зоны влажности по приложению 3. Для проектируемого здания рекомендуется принять нормальный влажностный режим в помещениях. Принятые условия фиксируются в пояснительной записке.

Таблица 6

Условия эксплуатации ограждающих конструкций

Влажностный режим помещений зданий	Условия эксплуатации А и Б в зоне влажности (по приложению 2)		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

2.3.5. Из совместного решения уравнений 3 и 4 определяется минимальная толщина расчетного слоя. Минимальную толщину теплоизоляции

онного слоя рекомендуется округлять в большую сторону до величины δ_{ϕ} кратной 10 мм (или делается округление до размеров конкретного утеплителя, например, в случае плитных утеплителей, когда они производятся с заданными типоразмерами). Расчетную толщину δ_{ϕ} крупных блоков следует округлять до 400 мм, 500 мм, 600 мм, а для слоев из легких бетонов делать округление с шагом 50 мм (например, 350 мм, 400 мм, 450 мм).

Если вычисленная толщина основного конструктивного слоя окажется очень большой, то следует подобрать материалы с другими характеристиками или изменить конструкцию ограждения и добавить теплоизоляционный слой. Затем, сохранив предыдущие вычисления, выполнить расчет по измененной схеме. Следует стремиться к тому, чтобы общая толщина ограждения была, по возможности, наименьшей.

2.3.6. Вычисляется фактическое термическое сопротивление ограждения по формуле:

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_x}{\lambda_x} + R_{\text{en}} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}}, \quad (5)$$

где вместо δ_x принимается величина δ_{ϕ} .

2.3.7. Проверка ограничения температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции.

Расчетный температурный перепад Δt_0 , °C, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n , °C, приведенных в СНиП [1] и таблице 7. Величина Δt_0 вычисляется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_{\phi} \cdot \alpha_{\text{int}}}, \quad (6)$$

где: t_{ext} - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °C, для всех зданий, кроме производственных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01;

n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и принимаемый по СНиП [1] и таблице 8.

Таблица 7

Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt_n , °С, для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
Общественные, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0

Таблица 8

Коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1	2
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), зенитные фонари, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Север-	1

ной строительно-климатической зоне	
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-климатической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75

Окончание табл. 8

1	2
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6

2.4. Требования к оформлению практической работы

1. Работа выполняется на листах бумаги формата А4 с титульным листом и оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД.

2. В пояснительной записке приводятся:

- цель и задачи выполняемой работы;
- расчетная схема с размерами и всеми исходными данными необходимыми для расчета (приложение 2);
- расчетная часть с пояснениями расчета, формулами, обозначениями и размерностями (в записке должны быть все промежуточные расчеты, при этом приводятся формулы, проставляются значения параметров, и результаты расчета), а также со ссылками на литературные источники;
- окончательные результаты и принятые решения.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 РАСЧЕТ КАНАЛОВ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

3.1. Цель выполнения работы

Цель настоящей практической работы – изучение основ гравитационной вентиляции и расчет каналов естественной вытяжной вентиляции на примере расчета вентиляционных каналов туалетных комнат административного двухэтажного здания.

Естественная организованная вентиляция это вентиляция, которая осуществляется с применением окон, фонарей или специальных вентиляционных каналов. Перемещение воздуха при такой вентиляции осуществляется вследствие разности давлений, обусловленной разностью плотностей внутреннего и наружного воздуха.

3.2. Устройства системы вентиляции

Системы вентиляции, удаляющие воздух из помещений, называются вытяжными, а системы, подающие воздух – приточными. В системах естественной организованной вытяжной вентиляции поступление воздуха в помещение осуществляется через окна, форточки, двери и зазоры конструкций, а удаление через вентиляционные каналы. Основными частями такой системы являются: вытяжные отверстия с жалюзийными решетками или сетками; воздуховоды (каналы), транспортирующие удаляемый воздух и вытяжная шахта.

К проектируемым вентиляционным каналам предъявляются различные требования [4-6, 13-15]. Воздуховоды систем вентиляции должны быть малотеплопроводными, воздухонепроницаемыми, огнестойкими и иметь гладкие внутренние поверхности. Форма поперечного сечения канала может быть круглая, квадратная и прямоугольная. Воздуховоды могут быть изготовлены из металла, пластмасс, железобетона, кирпича и других материалов.

В современном домостроении вентиляционные каналы изготавливают из специальных вентиляционных блоков или панелей.

В зданиях высотой до пяти этажей применяют вентиляционные блоки с индивидуальными каналами для каждого этажа. В зданиях высотой пять и более этажей применяют блоки с перепуском через один или несколько этажей. Блоки с перепуском имеют сборный канал большого сечения.

В кирпичных зданиях вентиляционные каналы прокладываются во внутренних стенах с минимально допустимым сечением канала 140×140 мм (приложение 5).

В наружных стенах зданий вентиляционные каналы не устраивают из-за возможной конденсации водяных паров. В случае если прокладка каналов в стене невозможна, то применяют приставные или подвесные вентиляционные каналы, сделанные из шлакогипсовых, асбестоцементных, шлакобетонных плит или изготовленные из листовой стали (приложение 5).

На чердаке вентиляционные каналы могут быть объединены сборным вентиляционным коробом, из которого вентилируемый воздух поступает в вентиляционную шахту и затем в атмосферу. Длина сборных каналов не должна превышать 8 м. В не отапливаемых помещениях вентиляционные каналы утепляют. Сборные вытяжные шахты также теплоизолируют. Ближайшими к вытяжной вентиляционной шахте располагают каналы верхних этажей. При проектировании вентиляционных шахт должны быть учтены правила пожарной безопасности.

Вентиляционные каналы могут быть выведены также в виде самостоятельного коренника.

Над вытяжной шахтой или самостоятельными вентиляционными каналами устанавливают зонт для защиты от атмосферных осадков. Формы и габаритные размеры зонтов могут быть различными. При их проектировании в данной работе можно воспользоваться параметрами производимых зонтов (приложение 6).

С целью увеличения располагаемого давления в системах естественной вентиляции, на устья вытяжных шахт устанавливают специальные насадки – дефлекторы (приложение 6). Усиление тяги происходит из-за разрежения, возникающего при обтекании дефлектора ветром. Разрежение, которое создается дефлектором, и количество удаляемого воздуха зависят от скорости ветра. Величина разрежения может быть определена при помощи расчетного графика (в данной работе не рассматривается).

3.3. Порядок выполнения расчета

Задача расчета естественной (гравитационной) вентиляции - подобрать сечения вытяжных решеток и вентиляционных каналов двухэтажного здания, обеспечивающих необходимый воздухообмен помещений проектируемого здания при расчетном гравитационном давлении.

Расчет считается выполненным правильно, если действительные потери давления при перемещении воздуха в проектируемом вентиляционном канале не превышают 90% от расчетного гравитационного давления, то есть:

$$(\beta \cdot R \cdot L + Z) \leq 0.9 P_{ep} \quad (1)$$

где β - поправочный коэффициент, учитывающий абсолютную эквивалентную шероховатость материала каналов;

R - удельные потери давления по длине канала в Па/м;

L - длина вентиляционного канала в м;

$Z = \sum \xi \cdot P_D$ - потери давления в местных сопротивлениях в Па;

ξ - коэффициент местного сопротивления;

$P_D = \frac{W^2}{2} \rho$ - динамическое давление в Па;

W - скорость движения воздуха в канале в м/с;

ρ - плотность воздуха в кг/м³;

P_{ep} - расчетное гравитационное давление.

Исходные данные для расчетов (длина вентиляционных каналов) принимаются по данным курсового проекта двухэтажного здания по дисциплине «Основы архитектуры и строительных конструкций».

Вентиляционные каналы проектируются с учетом конструктивной системы здания и материала стен, а также с учетом предъявляемых к ним требований.

Требуемое (минимальное) высотное положение вентиляционных труб, обеспечивающее наличие тяги в вентиляционном канале при скатных крышах устанавливается в соответствии с приведенной схемой (приложение 4). Для покрытий с внутренним водоотводом положение устья вентиляционной трубы или дефлектора принять на 0,5 м выше отметки парапета.

Расчет вентиляционных каналов для туалетных комнат каждого этажа административного здания выполняется в приведенной ниже последовательности.

2.3.1. Определяется вид, материал и плановое расположение каналов. Чертится расчетная схема в соответствии с заданием и приведенным примером (приложение 4) и определяется разность отметок вытяжной решетки и устья канала для каждого этажа.

2.3.2. В соответствии с расчетной схемой определяется расчетное гравитационное давление в Па по формуле:

$$P_{cp} = g \cdot h(\rho_{ext} - \rho_{int}), \quad (2)$$

где h - разность отметок центра вытяжной решетки и выходного устья канала (или вентиляционной шахты), м;

ρ_{ext} - плотность наружного воздуха, принимаемая при $t_{ext} = +5^\circ\text{C}$ в кг/м³;

ρ_{int} - плотность внутреннего воздуха, кг/м³.

Значения ρ_{ext} и ρ_{int} при расчетной температуре t можно найти из выражения:

$$\rho_t = \frac{353}{273 + t} \quad (3)$$

2.3.3. Задаваясь скоростью движения воздуха W_i в м/с, вычисляется предварительное живое сечение канала и вытяжной решетки для каждого этажа по формуле:

$$f = \frac{V}{3600 \cdot W_i}, \quad (4)$$

где V - объем вентиляционного воздуха, перемещаемого по каналу, в м³/ч;

W_i - скорость движения воздуха в м/с.

При предварительном определении площади сечений каналов и решеток систем естественной вентиляции можно задаться следующими скоростями W_i движения воздуха:

$W_1 \approx 1$ м/с в вертикальных каналах и решетках первого этажа.

$W_2 \approx 0,5 - 0,6$ м/с в вертикальных каналах и решетках второго этажа,

При расчетах необходимо учесть, что суммарный объем вентиляционного воздуха, перемещаемого по каналу, зависит от количества унитазов в туалете.

2.3.4. По полученной предварительной площади живого сечения канала назначают количество каналов со стандартными размерами, при этом суммарная площадь сечения каналов должна быть не менее вычисленной.

Принимаемые к проектированию каналы могут иметь одинаковые или разные сечения, например один канал сечением 140×140 мм и один сечением 140×270 мм. Если каналы имеют разные сечения, то для каждого канала пропорционально площади живого сечения устанавливается объем вентиляционного воздуха.

В пояснительной записке следует указать какие каналы принимаются к расчету (количество каналов, их размеры, площадь поперечного сечения).

2.3.5. Определяются суммарные потери давления на трение и местные сопротивления $(\beta \cdot R \cdot L + Z)$ при принятых сечениях канала и решетки. В случае применения каналов квадратного или прямоугольного сечения вычисляется эквивалентный диаметр $d_{\text{э}}$ канала круглого сечения, равносильный прямоугольному по скорости воздуха в вентиляционном канале и потерям давления на трение:

$$d_{\text{э}} = \frac{2ab}{a+b}, \quad (5)$$

где a и b - размеры канала прямоугольного сечения, мм.

2.3.6. Используя таблицу (приложение 7) для расчета круглых стальных воздуховодов [12], по известным значениям $d_{\text{э}}$ и расходу воздуха (в одном канале) следует найти удельные потери давления R , фактическую скорость движения воздуха W и динамическое давление P_d .

При расчете потерь давления на трение необходимо ввести поправочный коэффициент β (приложение 8), учитывающий абсолютную эквивалентную шероховатость материала каналов.

2.3.7. Определяются потери давления в местных сопротивлениях по формуле:

$$Z = \sum \xi \cdot P_{\text{д}} \quad (6)$$

Коэффициент местного сопротивления ξ принимается равным: для входной решетки вентиляционного канала 1,4; для колена - 1,1; для устья канала при наличии зонта - 1,9.

Расчет вентиляционных каналов сводится в таблицу 1, в которой приводятся все произведенные расчеты по подбору сечений каналов, в том числе и промежуточные не удовлетворяющие требованию по формуле 1!

2.3.8. Сравнить суммарные потери давления в канале $(\beta \cdot R \cdot L + Z)$ с давлением $0,9 \cdot P_{\text{ср}}$ (колонки №15 и №16).

Если условие $(\beta \cdot R \cdot L + Z) \leq 0,9 P_{\text{ср}}$ не выполняется, то следует или увеличить размеры канала, или увеличить число вентиляционных каналов и повторить расчет.

Таблица 1

Расчет вентиляционных каналов

Этаж	$V_{вк}$, м ³ /ч	Количество каналов	Параметры вентиляционного канала			W , м/с	R , Па/м	L , м	β	$(\beta \cdot R \cdot L)$, Па	$\Sigma \xi$	P_0 , Па	Z , Па	$(\beta R L + Z)$, Па	$0,9 P_{зр}$, Па
			$a \cdot b$ (или $\varnothing$), мм	$d_э$, мм	$f_{вк}$, м ²										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Примечание: 1. В колонке №2 проставляется расход воздуха, приходящийся на один канал, в колонках №4 и №6 проставляются принятые для расчета размеры и площадь сечения стандартных каналов, в колонке №7 и №13 – табличные значения параметров.

3.4. Дополнительные данные для расчета

1. Рекомендуемые сечения вентиляционных каналов:

- каналы из листовой стали: 100×150 мм, 150×150 мм, 150×250 мм;
- асбестоцементные короба: 150×200 мм, 150×300 мм;
- каналы в кирпичной стене: 140×140 мм, 140×270 мм;
- каналы из шлакобетонных плит: 150×220 мм, 250×220 мм, 350×220;
- круглые воздуховоды из шлакобетона: Ø150 мм.

2. Температуру воздуха в туалетных комнатах принять +16°C.

3. Нормативный воздухообмен составляет – 50 м³/ч на один унитаз (административные здания).

4. Положение вентиляционной решетки принять на расстоянии 0,2 м от потолка.

3.5. Требования к оформлению практической работы

1. Работа выполняется на листах бумаги формата А4 с титульным листом и оформляются в соответствии с требованиями ЕСКД.

2. В пояснительной записке приводятся:

- цель и задачи выполняемой работы;
- расчетная схема с размерами и всеми исходными данными необходимыми для расчета (приложение 4);
- расчетная часть с пояснениями расчета, формулами, обозначениями и размерностями (в записке должны быть все промежуточные расчеты, при этом приводится формула, проставляются значения параметров, и результат расчета);
- итоговая расчетная таблица;
- окончательные результаты и принятые решения;
- схема запроектированных каналов с размерами;
- схема принятого устройства выброса воздуха с размерами.

Библиографический список

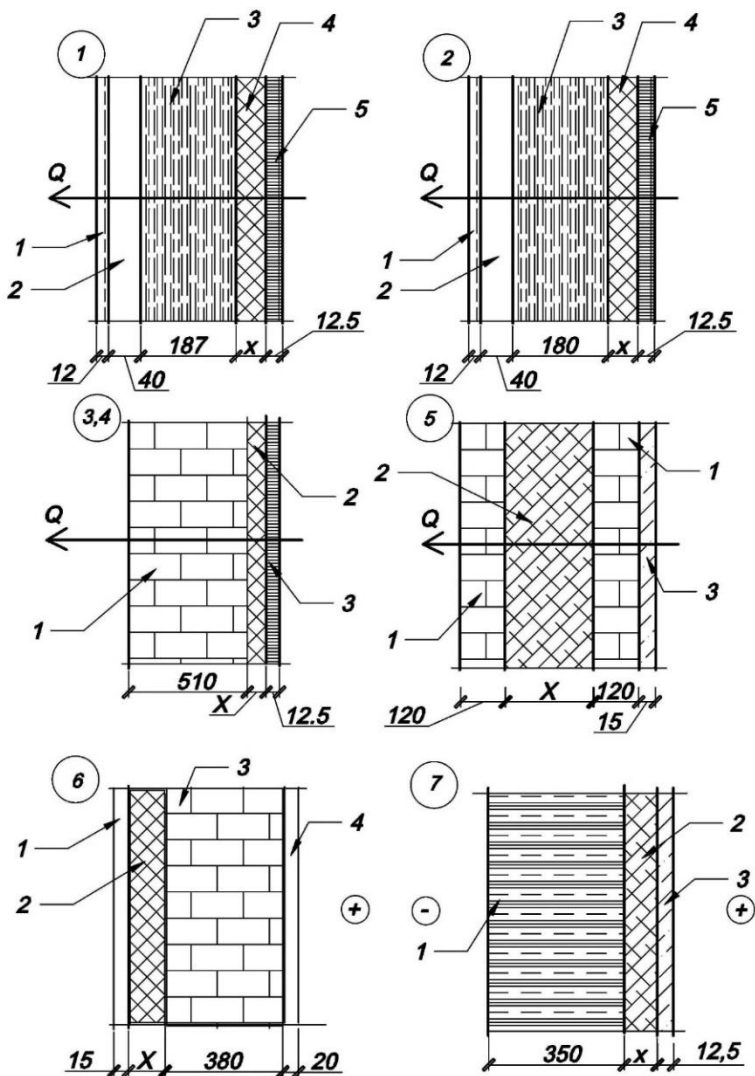
1. Свод правил СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003. Тепловая защита зданий / М.: Минрегион России, 2012 год – 95 с.
2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология (актуализированная редакция СНиП 23-01–99*) / Министерство Регионального Развития Российской Федерации. – М. 2012 г.
3. СТО 00044807-001–2006. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. – М.: РОИС, 2006. – 64 с.
4. Свод правил СП 60.13330.2012, "СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г. N 279). 2013 г.
5. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Издательство стандартов, 1989.
6. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87. – М.: Минрегион России, 2011.
7. Конструкции гражданских зданий Маклакова Т.Г., Нанасова С.М. учебник. М.АСВ. 2012. – 296 с.
8. Великовский Л.В., Ильяшев А.С., Маклакова Т.Г. и др. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Учебник для вузов в 5-ти томах. Т3. Жилые здания. – 2-е изд. Переработ. И доп. Учебник М.: Стройиздат, 1983. – 239 с.
9. Архитектурные конструкции. Кн.2 Архитектурные конструкции многоэтажных зданий. Дыховичный Ю. А. [и др.]. учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. - М. Архитектура - С, 2012. - 248 с.
10. Богословский В.Н., Сканава А.Н. Отопление. учебник М.: Стройиздат, 1991. - 736 с.
11. Конструкции гражданских зданий. Маклакова Т.Г., Нанасова С.М., Бородай Е.Д., Житков В.П. – М. Стройиздат. 1986. – 135 с.

12. Конструирование гражданских зданий. Шершевский И.А.- М.: Архитектура-С, 2005. – 176 с.
13. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. – 4-е изд., перераб. И доп. Часть 3. Книга 1. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Под редакцией канд. техн. Наук Павлова Н.Н. и инж. Шиллера Ю.И. М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.
14. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства: в 3 ч. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Б. В. Баркалов, Н. Н. Павлов, С. С. Амирджанов и др.; под ред. Н. Н. Павлова и Ю. И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1992. – Ч. 3. Кн. 2. – 416 с.
15. Отопление и вентиляция жилого здания: учеб. Пособие / В. Ф. Васильев, Ю. В. Иванова, И. И. Суханова; СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 72 с.

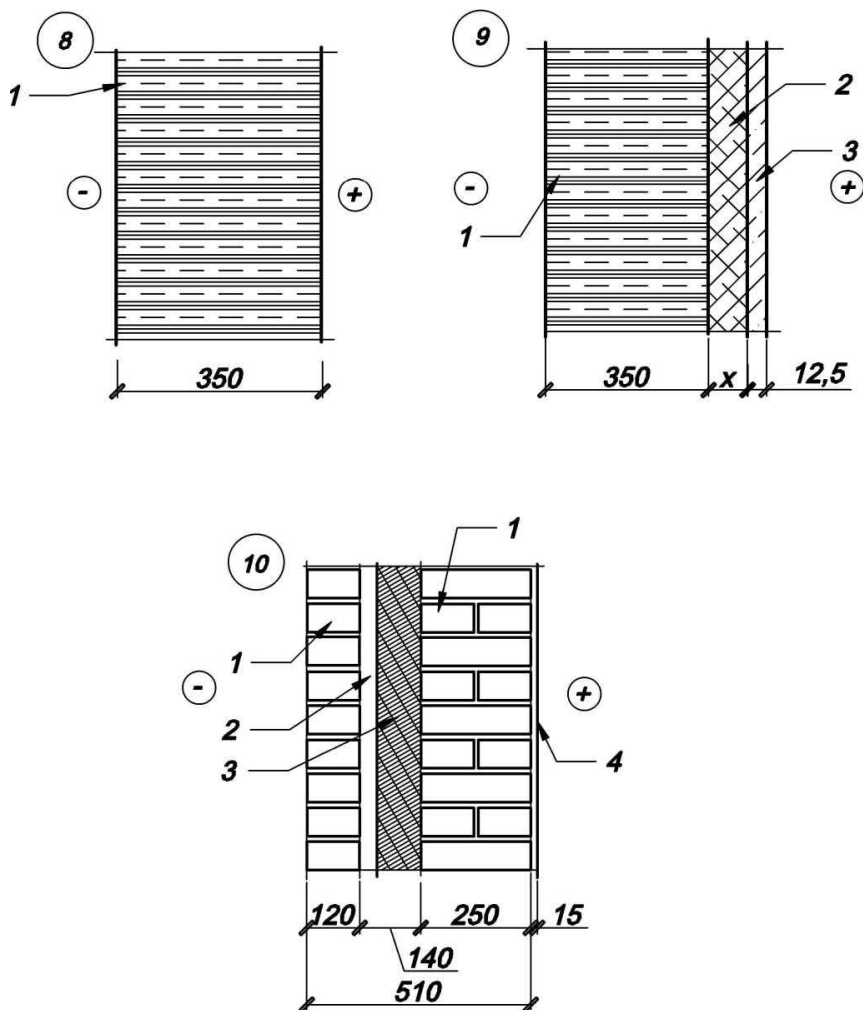
Приложение 1

Исходные данные

1.1. Задание на выполнение практической работы №1 варианты 1-7



1.2. Конструкция наружного ограждения варианты 8-10 (0)



1.3. Условные обозначения к конструктивным схемам:

Вариант 1:

- 1 – вагонка (сосна);
- 2 – воздушная прослойка;
- 3 – бревно (сосна);
- 4 – теплоизоляция по расчету;
- 5 – гипсокартонные плиты.

Вариант 2:

- 1 – вагонка (сосна);
- 2 – воздушная прослойка;
- 3 – брус (сосна);
- 4 – теплоизоляция по расчету;
- 5 – гипсокартонные плиты.

Вариант 3:

- 1 – кирпич керамический пустотелый плотностью 1400 кг/м^3 на цементно-песчаном растворе;
- 2 – теплоизоляция по расчету;
- 3 – гипсокартонные плиты.

Вариант 4:

- 1 – кирпич керамический полнотелый плотностью 1600 кг/м^3 на цементно-песчаном растворе;
- 2 – теплоизоляция по расчету;
- 3 – гипсокартонные плиты.

Вариант 5:

- 1 – кирпич керамический полнотелый плотностью 1600 кг/м^3 на цементно-песчаном растворе;
- 2 – легкий бетон или засыпка;
- 3 – штукатурка «Ротбанд» плотностью 950 кг/м^3 .

1.3. Условные обозначения к конструктивным схемам:

Вариант 6:

- 1 – цементно-песчаный раствор плотностью 1800 кг/м^3 ;
- 2 – теплоизоляционный слой по расчету;
- 3 – кирпич керамический полнотелый плотностью 1600 кг/м^3 на цементно-песчаном растворе;
- 4 – штукатурка «Ротбанд» плотностью 950 кг/м^3 .

Вариант 7:

- 1 – керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией плотностью 1200 кг/м^3 ;
- 2 – теплоизоляционный слой;
- 5 – гипсокартонные плиты.

Вариант 8:

- 1 – ячеистый автоклавный бетон на кварцевом песке (марка D500).

Вариант 9:

- 1 – керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией плотностью 800 кг/м^3 ;
- 2 – теплоизоляционный слой по расчету;
- 5 – гипсокартонные плиты.

Вариант 10 (0):

- 1 – кирпич керамический полнотелый плотностью 1600 кг/м^3 на цементно-песчаном растворе;
- 2 – воздушная прослойка 40 мм;
- 3 – подобрать теплоизоляцию по расчету;
- 4 – известково-песчаный раствор плотностью 1600 кг/м^3 .

Продолжение прил. 1

1.4. Климатические параметры холодного периода года по данным СП 131.13330.2012

Вариант индивидуального задания	Город	Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью		Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью		Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,94	Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца	Продолжительность, сут., и средняя температура воздуха. °С, периода со средней суточной температурой воздуха					
									≤ 0 °С		≤ 8 °С		≤ 10°С	
		0,98	0,92	0,98	0,92				Продолжительность	Средняя температура	Продолжительность	Средняя температура	Продолжительность	Средняя температура
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Астрахань	-25	-24	-23	-21	-10	-33	6,8	103	-3,5	164	-0,8	179	0,1
2	Брянск	-30	-27	-26	-24	-12	-42	5,6	131	-5,2	199	-2,0	217	1,1
3	Владикавказ	-19	-17	-15	-13	-7	-28	9,1	90	-2,1	169	0,7	189	1,6
4	Владимир	-38	-34	-32	-28	-16	-48	6,3	148	-6,9	213	-3,5	230	-2,6
5	Волгоград	-27	-26	-25	-22	-12	-35	5,6	122	-5,1	176	-2,3	190	-1,5
6	Вологда	-42	-37	-37	-32	-15	-47	7,4	157	-7,6	228	-4,0	246	-3,0
7	Воронеж	-31	-29	-25	-24	-13	-37	5,9	130	-5,5	190	-2,5	206	-1,6
8	Дмитров	-36	-33	-32	-28	-15	-43	6,3	147	-6,5	216	-3,1	235	-2,2
9	Калининград	-25	-22	-21	-19	-6	-33	4,8	87	-1,6	188	1,2	213	2,1

1.4. Климатические параметры холодного периода года по данным СП 131.13330.2012

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	Калуга	-34	-31	-30	-27	-15	-46	7,3	142	-6,2	210	-2,9	228	-1,9
11	Кашира	-36	-32	-31	-27	-16	-44	6,3	147	-6,7	212	-3,4	229	-2,5
12	Краснодар	-23	-20	-21	-14	-5	-36	7,0	41	-0,2	145	2,5	165	3,3
13	Курильск	-20	-16	-18	-15	-10	-27	6,4	126	-3,9	223	-0,4	233	0,7
14	Курск	-29	-27	-24	-24	-12	-35	5,6	132	-5,3	194	-2,3	211	-1,4
15	Липецк	-34	-31	-29	-27	-15	-38	6,8	141	-6,6	202	-3,4	218	-2,5
16	Лопатка, мыс	-18	-15	-15	-13	-8	-21	3,2	169	-3,4	297	-0,2	365	1,6
17	Москва	-35	-28	-29	-25	-13	-43	5,4	135	-5,5	205	-2,2	223	-1,3
18	Нижний Новгород	-38	-34	-34	-31	-17	-41	6,1	151	-7,5	215	-4,1	231	-3,2
19	Петрозаводск	-35	-33	-31	-26	-14	-43	6,4	158	-6,6	235	-3,2	256	-2,2
20	Петропавловск-Камчат.	-22	-20	-19	-18	-10	-32	5,3	160	-4,8	250	1,7	277	-0,6
21	Орел	-31	-29	-26	-25	-13	-39	6	135	-5,5	199	-2,4	216	-1,5
22	Преображение	-22	-20	-18	-16	-12	-27	9,3	123	-5,3	202	-1,6	229	-0,3
23	Псков	-35	-29	-28	-26	-10	-41	6,8	130	-4,6	208	-1,3	229	-0,4
24	Ростов на Дону	-25	-23	-22	-19	-9	-33	5,2	97	-2,8	166	-0,1	182	0,7
25	Санкт-Петербург	-32	-27	-28	-24	-11	-36	5,3	131	-4,6	213	-1,3	232	-0,4

Окончание прил. 1

1.4. Климатические параметры холодного периода года по данным СП 131.13330.2012

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
26	Саратов	-32	-28	-29	-25	-14	-37	5,9	134	-6,5	188	-3,5	202	-2,6
27	Смоленск	-33	-28	-26	-25	-12	-40	5,6	136	-5,3	209	-2,0	227	-1,1
28	Ставрополь	-25	-23	-22	-18	6	-31	6,6	91	-2,2	168	0,5	185	1,3
29	Таганрог	-24	-22	-21	-18	-8	-32	5,1	97	-2,6	165	0	180	0,8
30	Тихвин	-37	-34	-33	-29	-13	-51	7,0	148	-6,2	223	-2,7	243	-1,8

Приложение 2

Пример оформления расчетной схемы и характеристик материалов

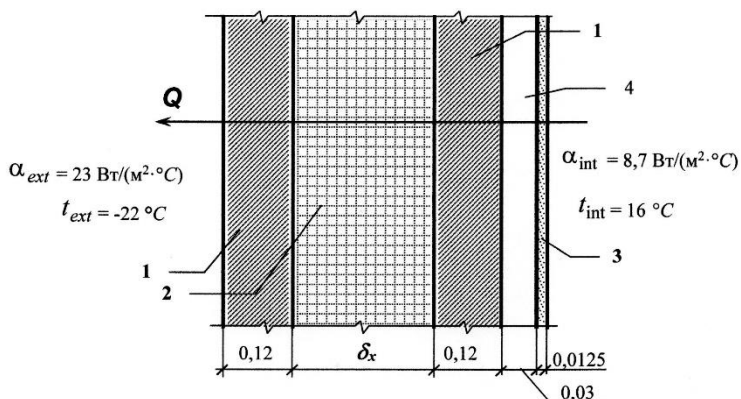


Рис.1. Расчетная схема к теплотехническому расчету

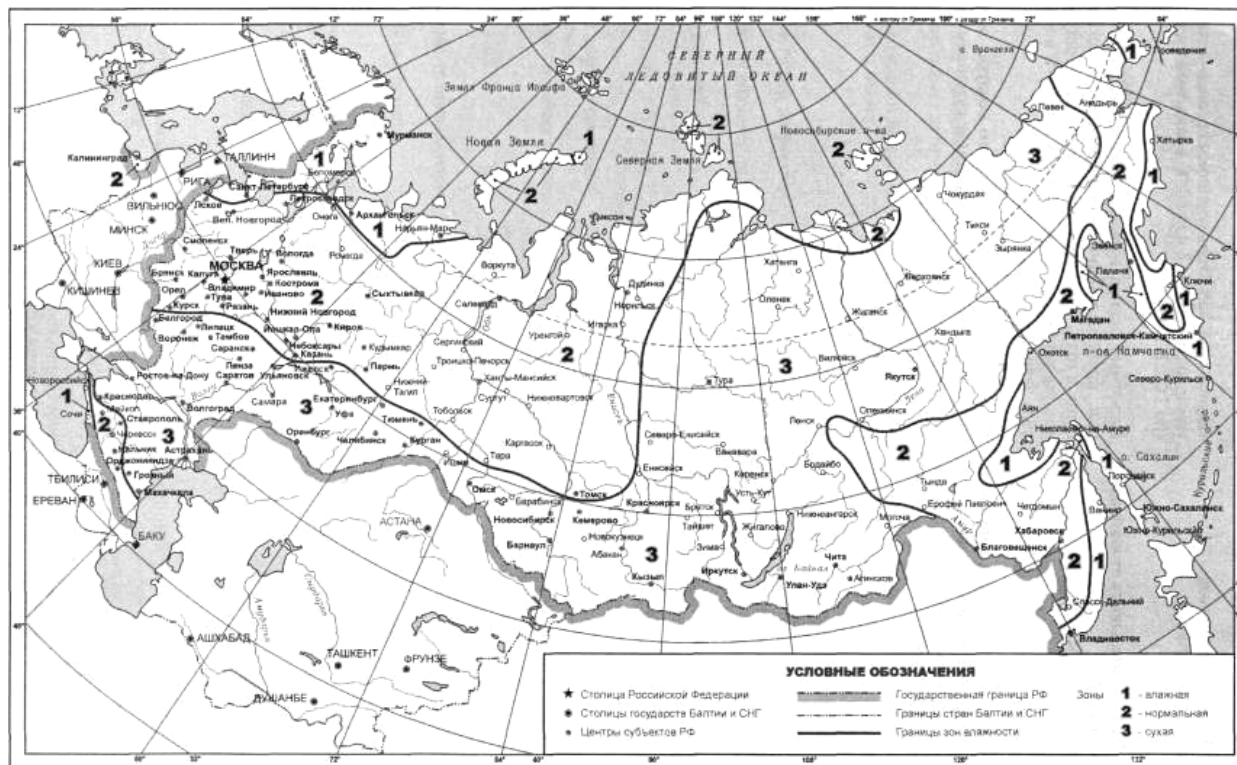
Таблица 1

Теплотехнические показатели
используемых строительных материалов

№ по схеме	Материал	Характеристики материала в сухом состоянии		Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации)	
		Плотность γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопр. λ , Вт/(м·°C)	Теплопроводности λ , Вт/(м·°C)	
				А	Б
1	Кирпич керамический полнотелый на цементно-песчаном растворе	1800	0,56	<u>0,70</u>	0,81
2	Газобетон	300	0,08	<u>0,10</u>	0,12
3	Штукатурка «Ротбанд»	950	0,25	<u>0,25</u>	0,25

Позиция 4 по схеме – воздушная прослойка

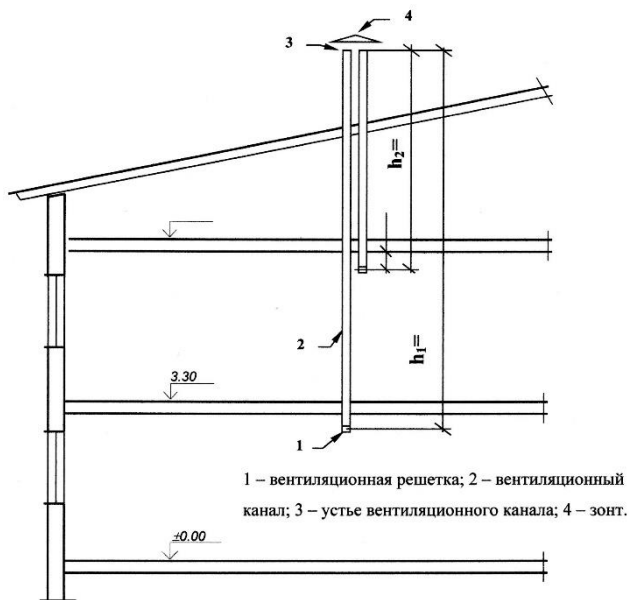
Приложение 3 Карта зон влажности [1]



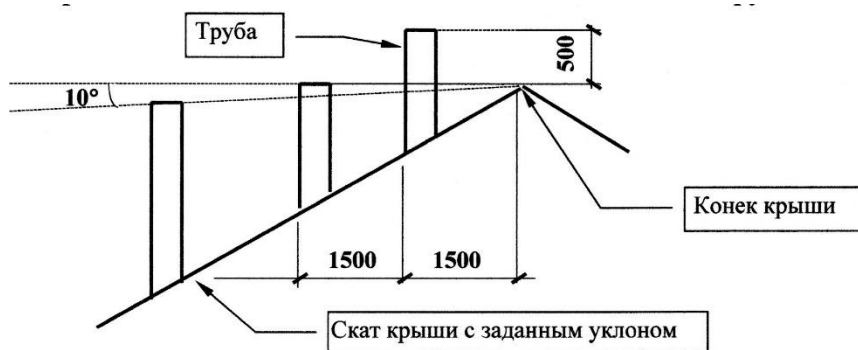
Приложение 4

Расчетные схемы

4.1. Пример оформления расчетной схемы к расчету вентиляционных каналов (скатная крыша)



4.2. Определение высотного положения вентиляционных труб



Приложение 5

Устройство вентиляционных каналов

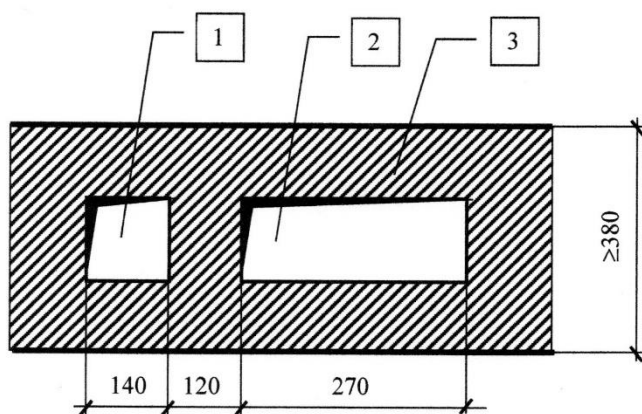


Рис. 1. Вентиляционные каналы в кирпичной стене
 1 – вентиляционный канал сечением 140×140 мм;
 2 – вентиляционный канал сечением 140×270 мм; 3 – кирпичная стена

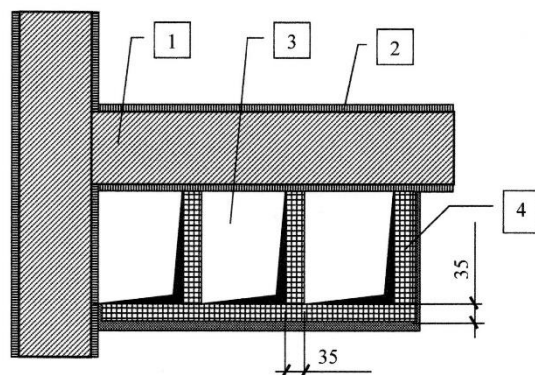


Рис. 2. Приставные вентиляционные каналы
 1 – внутренняя стена; 2 – штукатурка; 3 – вентиляционный канал;
 4 – шлакогипсовые плиты.

Приложение 6

Устройства выброса воздуха

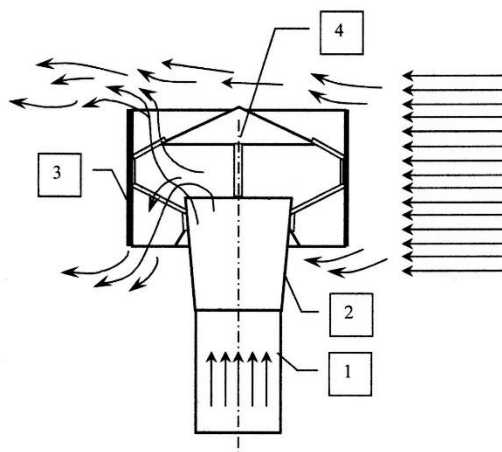
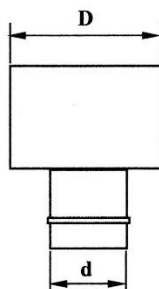
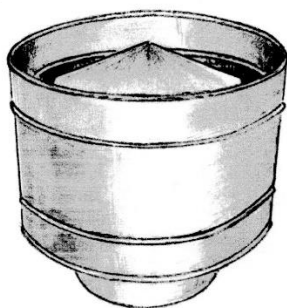


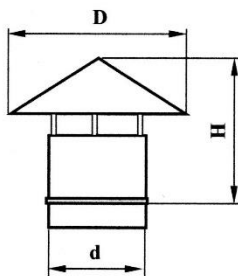
Рис. 1. Схема дефлектора ЦАГИ

1 – цилиндрический патрубок; 2 – диффузор; 3 – кольцо; 4 – зонт.



D, мм	D, мм
200	400
250	500
280	560
315	630
355	700
400	800
450	900
500	1000
560	1100
630	1250
710	1400
800	1600
900	1800
1000	2000

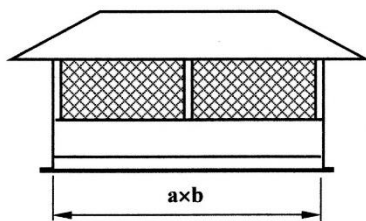
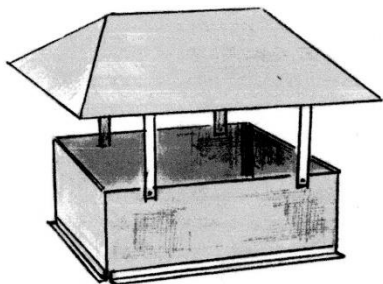
Рис. 2. Дефлектор ИКД



d, мм	D, мм	H, мм
100	180	140
125	180	140
140	180	140
160	290	180
180	290	180
200	290	180
250	500	250
280	500	250
315	500	250
355	600	320
400	700	320
450	800	400
500	900	400
560	1000	500
630	1100	500
710	1250	700
800	1400	700
900	1600	850
1000	1800	850
1120	1850	900
1250	2000	1000

Продолжение прил. 6

Рис. 3. Зонт круглый ИЗК.



С защитной сеткой

Рис. 4. Зонт прямоугольный

Приложение 7

Таблица для расчета круглых стальных воздуховодов

$\frac{W^2}{2} \rho$ Па	W м/с	Количество проходящего воздуха, м ³ /ч (верхняя строка), и потери давления на трение Па/м (нижняя строка) при внутреннем диаметре воздуховода, мм																
		100	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630
0,006	0,1	2,8 0,004	3,4 0,003	4,42 0,003	5,64 0,003	7,2 0,002	9,2 0,002	11,3 0,002	14,3 0,001	18 0,001	22 0,001	28 0,001	36 0,001	45 0,001	57 0,001	71 0,001	89 -	112 -
0,0245	0,2	5,6 0,01	6,8 0,01	8,8 0,009	11,1 0,008	14,5 0,007	18,3 0,006	22,6 0,005	28,6 0,005	35 0,004	44 0,004	56 0,003	71 0,003	90 0,002	114 0,002	141 0,002	177 0,001	224 0,001
0,054	0,3	8,4 0,03	10,2 0,02	13,3 0,02	16,8 0,02	21,7 0,01	27,5 0,01	33,9 0,01	42,9 0,01	53 0,008	66 0,007	84 0,006	107 0,005	136 0,005	172 0,004	212 0,004	267 0,003	336 0,003
0,096	0,4	11,3 0,04	13,7 0,04	17,7 0,03	22,1 0,03	28,9 0,02	36,0 0,02	45,0 0,02	57,2 0,02	71 0,01	89 0,01	112 0,01	142 0,009	181 0,008	229 0,007	285 0,006	354 0,005	449 0,001
0,15	0,5	14,1 0,06	17,1 0,06	22,1 0,05	27,0 0,04	36,2 0,04	45,8 0,03	56,5 0,03	71,5 0,02	88 0,02	111 0,03	140 0,02	175 0,01	220 0,01	280 0,01	355 0,009	443 0,008	561 0,006
0,215	0,6	16,9 0,09	20,5 0,08	26,5 0,07	33,2 0,06	43,4 0,05	54,9 0,04	67,8 0,04	85,8 0,03	106 0,03	133 0,02	168 0,02	214 0,01	271 0,01	343 0,01	424 0,01	532 0,01	673 0 009
0,294	0,7	19,8 0,12	23,9 0,1	30,9 0,09	38,8 0,08	56,5 0,06	64,1 0,06	79,1 0,05	100 0,04	124 0,04	155 0,03	196 0,03	249 0,02	317 0,02	401 0,02	496 0,02	620 0,02	785 0,01
0,382	0,8	22,6 0,15	27,3 0,13	36,3 0,11	44,0 0,1	57,9 0,08	73,2 0,07	90,4 0,06	114 0,05	141 0,05	177 0,04	224 0,04	285 0,03	362 0,03	458 0,02	565 0,02	709 0,02	897 0,01
0,49	0,9	25,4 0,18	30,8 0,16	39,7 0,14	49,8 0,12	65,1 0,1	82,4 0,09	102 0,08	129 0,07	159 0,06	199 0,05	252 0,04	321 0,04	407 0,03	515 0,03	630 0,02	793 0,02	1009 0,02

$\frac{W^2}{2\rho}$ Па	W м/с	Количество проходящего воздуха, м³/ч (верхняя строка), и потери давления на трение Па/м (нижняя строка) при внутреннем диаметре воздуховода, мм																
		100	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630
0,6	1	28,4 0,22	34,2 0,19	44,2 0,17	56,4 0,14	72,3 0,12	91,6 0,11	113 0,09	143 0,08	177 0,07	222 0,06	280 0,05	353 0,04	452 0,04	572 0,03	707 0,03	886 0,03	1122 0,02
0,725	1,1	31,1 0,25	37,6 0,23	48,6 0,2	60,9 0,17	79,6 0,14	101 0,12	124 0,11	157 0,09	194 0,08	244 0,07	308 0,06	392 0,05	497 0,05	629 0,04	777 0,03	975 0,03	1254 0,03
0,86	1,2	33,9 0,29	41 0,26	53 0,23	66,5 0,2	86,8 0,17	110 0,15	136 0,13	172 0,11	212 0,09	266 0,08	376 0,07	427 0,06	543 0,05	687 0,05	848 0,04	1063 0,04	1346 0,03
1,01	1,3	36,7 0,34	44,4 0,3	57,4 0,26	72 0,23	94 0,19	119 0,17	147 0,15	186 0,13	230 0,11	288 0,1	365 0,08	453 0,07	588 0,06	744 0,05	918 0,05	1152 0,04	1458 0,03
1,177	1,4	39,6 0,39	47,9 0,34	61,8 0,29	77,5 0,26	101 0,22	128 0,19	158 0,17	200 0,14	247 0,13	310 0,11	393 0,09	499 0,08	633 0,07	861 0,06	989 0,05	1241 0,05	1570 0,04
1,353	1,5	42,4 0,44	51,3 0,39	66,2 0,33	83,1 0,29	109 0,25	137 0,22	170 0,19	215 0,16	265 0,14	332 0,12	421 0,11	534 0,09	678 0,08	858 0,07	1060 0,06	1329 0,05	1682 0,05
1,54	1,6	45,2 0,5	54,7 0,44	70,6 0,37	88,6 0,32	116 0,27	147 0,24	181 0,21	229 0,18	283 0,16	354 0,14	449 0,12	570 0,1	723 0,09	916 0,08	1130 0,07	1418 0,05	1795 0,05
1,735	1,7	48 0,53	58,1 0,49	75,1 0,42	94,2 0,36	123 0,3	156 0,27	192 0,24	243 0,2	300 0,18	377 0,16	477 0,13	605 0,12	768 0,1	973 0,09	1201 0,08	1507 0,07	1907 0,06
1,94	1,8	50,9 0,61	61,5 0,54	79,5 0,46	99,7 0,4	130 0,34	165 0,29	204 0,26	268 0,23	318 0,2	399 0,17	505 0,15	641 0,13	814 0,11	1030 0,1	1272 0,08	1595 0,07	2019 0,06
2,17	1,9	53,7 0,67	65 0,6	83,9 0,51	105 0,44	137 0,37	174 0,32	215 0,28	272 0,25	336 0,22	426 0,19	533 0,16	677 0,14	859 0,12	1087 0,1	1342 0,09	1684 0,09	2131 0,08

$\frac{W^2}{2} \rho$ Па	W м/с	Количество проходящего воздуха, м³/ч (верхняя строка), и потери давления на трение Па/м (нижняя строка) при внутреннем диаметре воздуховода, мм																
		100	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630
2,4	2	56,5	68,4	88,3	111	145	183	226	286	353	443	561	712	904	1145	1413	1172	2245
		0,73	0,65	0,56	0,48	0,41	0,35	0,26	0,24	0,21	0,18	0,15	0,13	0,11	0,1	0,09	0,09	0,08
2,64	2,1	59,3	71,8	92,7	116	162	192	237	300	371	465	589	748	950	1202	1484	1871	2355
		0,8	0,71	0,61	0,53	0,45	0,38	0,33	0,29	0,25	0,23	0,2	0,17	0,15	0,13	0,11	0,1	0,08
2,9	2,2	62,2	76,2	97,1	122	169	201	249	315	389	487	617	734	995	1259	1554	1950	2468
		0,87	0,77	0,66	0,58	0,49	0,42	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,1	0,09
3,18	2,3	65	78,6	101	127	172	211	266	329	406	510	645	819	1045	1316	1625	2038	2538
		0,95	0,84	0,71	0,61	0,53	0,45	0,4	0,34	0,30	0,27	0,23	0,2	0,17	0,15	0,13	0,11	0,1
3,46	2,4	67,8	82,1	106	134	174	220	271	343	424	532	673	865	1085	1373	1690	2127	2692
		1,02	0,91	0,77	0,66	0,57	0,49	0,43	0,37	0,32	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,1
3,75	2,5	70,6	85,5	110,4	139	181	229	282	358	442	551	701	890	1130	1431	1766	2216	2804
		1,1	0,98	0,83	0,72	0,6	0,53	0,46	0,4	0,35	0,3	0,27	0,23	0,2	0,17	0,15	0,13	0,11
4,05	2,6	73,5	88,9	115	144	188	238	294	372	459	576	729	926	1170	1488	1837	2304	2916
		1,17	1,05	0,89	0,77	0,65	0,56	0,49	0,43	0,37	0,32	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12
4,36	2,7	76,3	92,3	119	150	195	247	305	386	477	598	757	962	1221	1545	1908	2593	3028
		1,26	1,11	0,96	0,83	0,7	0,6	0,45	0,4	0,35	0,3	0,26	0,25	0,23	0,2	0,17	0,15	1,13
4,7	2,8	79,1	95,7	124	155	203	256	316	401	495	620	785	997	1266	1602	1976	2481	3141
		1,35	1,19	1,02	0,88	0,74	0,64	0,55	0,49	0,44	0,37	0,32	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14
5,4	2,8	84,8	103	133	166	217	275	339	429	530	665	841	1068	1356	1717	2120	2659	3365
		1,53	1,35	1,16	1	0,85	0,73	0,63	0,55	0,49	0,42	0,3	0,31	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16

Приложение 8

Поправочные коэффициенты β на потери давления на трение, учитывающие характеристики материала воздуховодов

W, м/с	Значение β при k_3 , мм			
	1	1,5	4	10
0,2	1,04	1,06	1,15	1,33
0,4	1,08	1,11	1,25	1,48
1	1,19	1,23	1,46	1,77
2	1,25	1,35	1,65	2,04
3	1,32	1,43	1,75	2,2
4	1,37	1,5	1,85	2,32
5	1,41	1,54	1,95	2,4
6	1,45	1,58	2	2,5

Примечание. Абсолютная эквивалентная шероховатость материалов k_3 , мм:

листовая сталь	0,10
асбестоцементные трубы	0,11
шлакогипсовые плиты	1,00
шлакобетонные плиты	1,50
кирпич	4,00
штукатурка (по сетке)	10,00

Оглавление

Введение	3
1. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ	4
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 «ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЯ»	7
2.1. Цель выполнения работы	7
2.2. Требования, предъявляемые к стенам здания.....	8
2.3. Порядок расчета.....	9
2.4. Требования к оформлению практической работы.....	20
3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2	20
РАСЧЕТ КАНАЛОВ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ...	20
3.1. Цель выполнения работы	20
3.2. Устройства системы вентиляции	21
3.3. Порядок выполнения расчета.....	22
3.4. Дополнительные данные для расчета	28
3.5. Требования к оформлению практической работы.....	28
Библиографический список	29
Приложение 1. Исходные данные.....	31
Приложение 2. Пример оформления расчетной схемы и характеристик материалов	38
Приложение 3. Карта зон влажности.....	39
Приложение 4. Расчетные схемы.....	40
Приложение 5. Устройство вентиляционных каналов.....	41
Приложение 6. Устройства выброса воздуха	422
Приложение 7. Таблица для расчета круглых стальных воздуховодов	44
Приложение 8. Поправочные коэффициенты β на потери давления на трение, учитывающие характеристики материала воздуховодов.....	47

Смирнов Виктор Николаевич

Основы архитектуры
и строительных конструкций

Учебно-методическое пособие
по выполнению практических работ