

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА, МИКРОКЛИМАТ ИСКУССТВЕННОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ.....	7
1.1. Определение климатических характеристик района строительства.....	7
1.2. Определение параметров внутреннего микроклимата проектируемого здания.....	7
1.3. Расчет теплотехнических характеристик и определение толщины теплоизоляции.....	10
1.3.1. Поэлементные требования к теплозащитной оболочке здания.....	10
1.3.1.1. Определение нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции.....	10
1.3.1.2. Определение толщины теплоизоляции наружной стены.....	12
1.3.1.3. Выбор заполнения оконных проемов.....	15
1.3.2. Комплексное требование к теплозащитной оболочке здания.....	17
1.3.3. Санитарно-гигиеническое требование к теплозащитной оболочке здания.....	20
1.3.3.1. Проверка возможности конденсации водяных паров на внутренней поверхности наружного ограждения.....	20
1.3.3.2. Проверка возможности конденсации водяных паров в толще наружного ограждения.....	21
2. ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ.....	28
2.1. Определение тепловой мощности системы отопления.....	28
2.2. Конструирование системы отопления.....	36
2.2.1. Особенности подбора отопительных приборов.....	45
2.2.2. Конструирование и подбор оборудования ИТП здания.....	48
2.3. Конструирование систем вентиляции.....	50
Библиографический список.....	55
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	56

ВВЕДЕНИЕ

В учебно-методическом пособии представлены материалы для подготовки к практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы обучающимися, направленные на формирование у них компетенций в сфере теплогазоснабжения и вентиляции и приобретение практических навыков теплотехнических расчетов и конструирования систем отопления и естественной вентиляции в жилых зданиях с использованием нормативных документов и справочных материалов, приведены необходимые нормативные и справочные сведения. Последовательность изложения материала пособия соответствует последовательности выполнения практического задания.

Текущий контроль по дисциплине «Основы теплогазоснабжения и вентиляции» предусмотрен в форме проверки выполнения практического задания.

Тематика практического задания — отопление и вентиляция жилого здания.

Состав типового задания на выполнение практического задания

В качестве исходных данных практического задания «Отопление и вентиляция жилого здания» обучающемуся выдают планы жилого здания (1-й этаж, типовой этаж, подвал неотапливаемый и чердак). Планировка произвольная, но в здании должны быть следующие помещения: кухня, жилая комната (рядовая, угловая), санузлы (совмещенные, отдельные), лестничная клетка. Задаются этажность здания и тип конструкции наружного ограждения, ориентация главного фасада здания, а также район строительства. Для конструирования системы отопления задаются: тип системы отопления (двух- или однотрубная, с тупиковым или попутным движением теплоносителя, с верхней или нижней разводкой); вид отопительных приборов; температурные параметры теплоносителя; перепад давления в тепловой сети.

В рамках практического задания обучающийся должен выполнить задание по конструированию системы отопления и вентиляции в жилом многоквартирном здании. Практическое задание состоит из графической части и пояснительной записки, в которую входят следующие разделы:

1. Строительная теплофизика и теплотехника, микроклимат искусственной среды обитания.
 - 1.1. Определение климатических характеристик района строительства.
 - 1.2. Определение параметров внутреннего микроклимата проектируемого здания.
 - 1.3. Расчет теплотехнических характеристик и определение толщины теплоизоляции.
 - 1.3.1. Поэлементные требования к теплозащитной оболочке здания.
 - 1.3.1.1. Определение нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции.
 - 1.3.1.2. Определение толщины теплоизоляции наружной стены.
 - 1.3.1.3. Выбор заполнения оконных проемов.
 - 1.3.2. Комплексное требование к теплозащитной оболочке здания.
 - 1.3.3. Санитарно-гигиеническое требование к теплозащитной оболочке здания.

1.3.3.1. Проверка возможности конденсации водяных паров на внутренней поверхности наружного ограждения.

1.3.3.2. Проверка возможности конденсации водяных паров в толще наружного ограждения.

2. Отопление и вентиляция.

2.1. Определение тепловой мощности системы отопления.

2.2. Конструирование системы отопления.

2.2.1. Особенности подбора отопительных приборов.

2.2.2. Конструирование и подбор оборудования индивидуального теплового пункта (ИТП) здания.

2.3. Конструирование систем вентиляции.

Графическая часть состоит из одного листа формата А2 (420×594 мм). Допустимо перекомпоновывать графическую часть на стандартные листы меньшего размера. Если чертежи распечатывают на тонких листах, то рекомендуется их объединять в единый том с пояснительной запиской. Планы здания вычерчивают в масштабе 1:100 упрощенно и тонкими линиями. На чертеже указывают лишь габаритные размеры здания и размеры в осях, а также отметки пола этажей и номера помещений. На планах этажей должны быть отображены магистральная разводка системы отопления, положение стояков и отопительных приборов, а также вытяжные каналы естественной системы вентиляции.

1. СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА, МИКРОКЛИМАТ ИСКУССТВЕННОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

1.1. Определение климатических характеристик района строительства

По [10] определяют основные климатические характеристики района строительства. По табл. 3.1 [10] принимают климатические параметры холодного периода года:

$t_5^{0,92}$, °С — температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 (прил. 1, столб. 5);

$z_{оп}$, сут, $t_{оп}$, °С — соответственно продолжительность и средняя температура наружного воздуха периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С (прил. 1, столб. 11 и 12);

$v_{хп}$, м/с — максимальная из средних скорость ветра по румбам за январь (прил. 1, столб. 19);

φ_n , % — средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца (прил. 1, столб. 15).

По табл. 5.1 [10] принимают среднюю температуру наиболее холодного месяца $t_{х.м}$, °С (прил. 2).

Также по карте зон влажности территории РФ [10] определяют зону влажности (прил. 3).

Пример 1

Необходимо определить основные климатические характеристики г. Астрахани.

Решение

По табл. 3.1 [10] (прил. 1):

$t_5^{0,92} = -21$ °С; $z_{оп} = 164$ сут; $t_{оп} = -0,8$ °С; $v_{хп} = 3,8$ м/с; $\varphi_n = 83$ %.

По табл. 5.1 [10] (прил. 2):

$t_{х.м} = -4,8$ °С.

По карте зон влажности территории РФ [10] (прил. 3) г. Астрахань находится в сухой зоне влажности.

1.2. Определение параметров внутреннего микроклимата проектируемого здания

По [14] параметры внутреннего микроклимата при отоплении и вентиляции помещений принимают по [5]. В холодный период года в обслуживаемой зоне жилых помещений принимают минимальную из оптимальных температуру воздуха, в обслуживаемой зоне жилых зданий — минимальную из допустимых.

По [13] относительную влажность воздуха φ_v , %, для помещений жилых зданий принимают равной 55 %.

Влажностный режим помещений зданий в холодный период года определяют по табл. 1 [13] в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха.

Пример 1

Необходимо определить расчетные условия и характеристики внутреннего микроклимата жилого здания в г. Астрахани.

Решение

По табл. 1 [5] (табл. 1 данного пособия) в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых помещений принимают минимальную температуру воздуха из оптимального диапазона температур:

Наименование помещения	Температура воздуха в помещении $t_{в}$, °С
Рядовая жилая комната	20
Угловая жилая комната	22
Кухня	19
Туалет	19
Ванная, совмещенный санузел	24

Примечание. Температуру воздуха в угловой жилой комнате принимают на 2 °С выше, чем в рядовой.

По табл. 1 [5] (табл. 1) в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых зданий принимают минимальную температуру воздуха из допустимого диапазона температур:

Наименование помещения	Температура воздуха в помещении $t_{в}$, °С
Межквартирный коридор	16
Вестибюль, лестничная клетка	14

Относительная влажность воздуха помещений жилых зданий по [13] $\varphi_{в} = 55\%$.

Влажностный режим помещений жилых зданий в холодный период года по табл. 1 [13] при $50\% < \varphi_{в} < 60\%$ и $12\text{ °С} \leq t_{в} < 24\text{ °С}$ принимают нормальный.

Пример 2

Необходимо определить расчетные условия и характеристики внутреннего микроклимата жилого здания в г. Костроме ($t_{5}^{0,92} = -31\text{ °С}$).

Решение

По табл. 1 [5] (табл. 1) в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых помещений принимают минимальную температуру воздуха из оптимального диапазона температур:

Наименование помещения	Температура воздуха в помещении $t_{в}$, °С
Рядовая жилая комната	21
Угловая жилая комната	23
Кухня	19
Туалет	19
Ванная, совмещенный санузел	24

Примечание. Температуру воздуха в угловой жилой комнате принимают на 2 °С выше, чем в рядовой.

По табл. 1 [5] (табл. 1) в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых зданий принимают минимальную температуру воздуха из допустимого диапазона температур:

Наименование помещения	Температура воздуха в помещении $t_{в}$, °С
Межквартирный коридор	16
Вестибюль, лестничная клетка	14

Относительная влажность воздуха помещений жилых зданий по [13] $\varphi_{в} = 55\%$.

Влажностный режим помещений жилых зданий в холодный период года по табл. 1 [13] при $50\% < \varphi_{в} < 60\%$ и $12\text{ °С} \leq t_{в} < 24\text{ °С}$ принимают нормальный.

**Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха
в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий (табл. 1 [5])**

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	Жилая комната	20...22	18...24 (20...24)	19...20	17...23 (19...23)	45...30	60	0,15	0,2
	Жилая комната в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) –31 °С и ниже	21...23	20...24 (22...24)	20...22	19...23 (21...23)	45...30	60	0,15	0,2
	Кухня	19...21	18...26	18...20	17...25	Не нормируется		0,15	0,2
	Туалет	19...21	18...26	18...20	17...25			0,15	0,2
	Ванная, совмещенный санузел	24...26	18...26	23...27	17...26			0,15	0,2
	Помещения для отдыха и учебных занятий	20...22	18...24	19...21	17...23	45...30	60	0,15	0,2
	Межквартирный коридор	18...20	16...22	17...19	15...21	45...30	60	0,15	0,2
	Вестибюль, лестничная клетка	16...18	14...20	15...17	13...19	Не нормируется		0,2	0,3
Кладовые	16...18	12...22	15...17	11...21	Не нормируется				
Теплый	Жилая комната	22...25	20...28	22...24	18...27	60...30	65	0,2	0,3

Примечание. Значения в скобках относятся к домам для престарелых и инвалидов.

1.3. Расчет теплотехнических характеристик и определение толщины теплоизоляции

1.3.1. Поэлементные требования к теплозащитной оболочке здания

Приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно иметь величину не меньше нормируемой.

1.3.1.1. Определение нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции $R_o^{норм}$, $(м^2 \cdot °C)/Вт$, следует определять по формуле

$$R_o^{норм} = R_o^{тp} \cdot m_p, \quad (1)$$

где $R_o^{тp}$, $(м^2 \cdot °C)/Вт$ — базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, следует принимать в зависимости от *градусо-суток отопительного периода* (ГСОП), $°C \cdot сут/год$, региона строительства и определять по табл. 3 [13] или табл. 2;

m_p — коэффициент, учитывающий особенности региона строительства, для стен принимается не менее 0,63, для светопрозрачных конструкций — не менее 0,95, для остальных ограждающих конструкций — не менее 0,8.

Градусо-сутки отопительного периода, $°C \cdot сут/год$, определяют по формуле

$$ГСОП = (t_b - t_{оп}) z_{оп}, \quad (2)$$

где t_b — расчетная температура внутреннего воздуха здания (табл. 1 п. 1.2 по рядовой жилой комнате), $°C$;

$t_{оп}$, $z_{оп}$ — соответственно продолжительность и средняя температура наружного воздуха периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8 °C$ (см. п. 1.1).

Таблица 2

Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (табл. 3 [13])

Здания и помещения, коэффициенты a и b	ГСОП, $°C \cdot сут/год$	Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче $R_o^{тp}$, $(м^2 \cdot °C)/Вт$, ограждающих конструкций		
		стен	перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	окон и балконных дверей, витрин и витражей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	2,8	0,30
	4000	2,8	3,7	0,45
	6000	3,5	4,6	0,60
	8000	4,2	5,5	0,70
	10000	4,9	6,4	0,75
	12000	5,6	7,3	0,80
a	—	0,00035	0,00045	—
b	—	1,4	1,9	—

Примечания

1. Формула для интерполяции по табл. 2 может иметь вид

$$R_o^{тp} = \frac{(R_b - R_m)}{(ГСОП_b - ГСОП_m)} (ГСОП - ГСОП_m) + R_m. \quad (3)$$

2. Значения $R_o^{тp}$, $(м^2 \cdot °C)/Вт$, для величин ГСОП, отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_o^{тp} = a \cdot ГСОП + b, \quad (4)$$

где a и b — коэффициенты, значения которых следует принимать по данным табл. 2 для соответствующих групп ограждающих конструкций, за исключением столб. 5, где для интервала до 6000 °С·сут/год: $a = 0,000075$, $b = 0,15$; для интервала 6000...8000 °С · сут/год: $a = 0,00005$, $b = 0,3$; для интервала 8000 °С · сут/год и более: $a = 0,000025$, $b = 0,5$.

Пример 1

Необходимо определить нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены (НС), перекрытий чердачных (ПТ), над неотапливаемыми подпольями и подвалами (ПЛ), окон (ОК) жилого здания в г. Астрахани.

Решение

Основные климатические характеристики г. Астрахани указаны в примере 1 п. 1.1, расчетные условия и характеристики внутреннего микроклимата жилого здания — в примере 1 п. 1.2.

Определим по формуле (2)

$$ГСОП = (20 - (-0,8)) 164 = 3412 \text{ °С} \cdot \text{сут/год}.$$

По табл. 3 [13] или табл. 2 определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

- наружной стены (НС):

$$R_o^{тп} = \frac{(2,8 - 2,1)}{(4000 - 2000)}(3412 - 2000) + 2,1 = 2,59 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт};$$

- перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами (ПТ, ПЛ):

$$R_o^{тп} = \frac{(3,7 - 2,8)}{(4000 - 2000)}(3412 - 2000) + 2,8 = 3,44 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт};$$

- окон (ОК):

$$R_o^{тп} = \frac{(0,45 - 0,30)}{(4000 - 2000)}(3412 - 2000) + 0,30 = 0,41 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}.$$

Примечание. Для определения базового значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций используем формулу (3).

По формуле (1) определим нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

- НС:

$$R_o^{норм} = 2,59 \cdot 0,63 = 1,63 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт};$$

- ПЛ, ПТ:

$$R_o^{норм} = 3,44 \cdot 0,8 = 2,75 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт};$$

- ОК:

$$R_o^{норм} = 0,41 \cdot 0,95 = 0,39 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}.$$

Пример 2

Необходимо определить нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче НС, ПТ, ПЛ, ОК жилого здания в г. Сочи.

Решение

Определим по формуле (2)

$$\Gamma_{\text{СОП}} = (20 - 6,6) \cdot 94 = 1260 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год},$$

где расчетная температура внутреннего воздуха здания $t_{\text{в}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ (по табл. 1 [5] или табл. 1); продолжительность отопительного периода $z_{\text{отп}} = 94$ сут; средняя температура наружного воздуха отопительного периода $t_{\text{отп}} = 6,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ (по табл. 3.1 [10]).

По табл. 3 [13] или табл. 2 определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

- НС:

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00035 \cdot 1260 + 1,4 = 1,84 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

- ПЛ, ПТ:

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00045 \cdot 1260 + 1,9 = 2,47 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

- ОК:

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00075 \cdot 1260 + 0,15 = 0,24 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}.$$

Примечание. Для определения базового значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций используем формулу (4).

По формуле (1) определим нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций:

- НС:

$$R_0^{\text{норм}} = 1,84 \cdot 0,63 = 1,16 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

- ПЛ, ПТ:

$$R_0^{\text{норм}} = 2,47 \cdot 0,8 = 1,98 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

- ОК:

$$R_0^{\text{норм}} = 0,24 \cdot 0,95 = 0,23 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}.$$

1.3.1.2. Определение толщины теплоизоляции наружной стены

Расчетное сопротивление теплопередаче многослойной наружной стены (рис. 1) R_0^{p} , $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}$, определяют по формуле

$$R_0^{\text{p}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_1^i R_{Ti} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = R_0^{\text{норм}}, \quad (5)$$

где R_{Ti} , $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}$ — термическое сопротивление теплопередаче отдельного слоя стены

$$R_{Ti} = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (6)$$

здесь δ , м — толщина слоя НС;

λ , Вт/(м · °C) — коэффициент теплопроводности слоя НС;

$\alpha_{\text{в}}$, Вт/(м² · °C) — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимается по табл. 4 [13]. Для НС $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

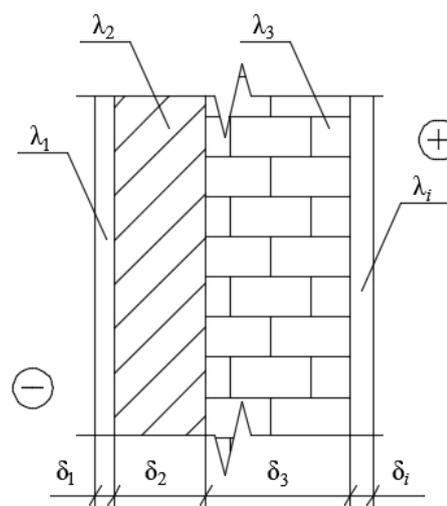


Рис. 1. Конструкция НС

α_n , Вт/(м² · °С) — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, принимается по табл. 6 [13]. Для НС $\alpha_n = 23$ Вт/(м² · °С).

Термическое сопротивление теплопередаче слоя утеплителя $R_{ут}$, (м² · °С)/Вт:

$$R_{ут} = R_0^{норм} - \left(\frac{1}{\alpha_B} + \sum_1^i \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n} \right), \quad (7)$$

где $\delta_{ут} = R_{ут} \cdot \lambda_{ут}$, м (значение округляется до 10 мм).

После уточнения толщины теплоизоляционного материала НС рассчитывают фактическое сопротивление теплопередаче НС, (м² · °С)/Вт:

$$R_0^{факт} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_1^i \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}} + \frac{1}{\alpha_n}. \quad (8)$$

Примечание. Поэлементное требование к конструкции стены будет выполнено при получении неравенства $R_0^{факт} \geq R_0^{норм}$.

Пример 3

Необходимо определить толщину теплоизоляционного материала в конструкции наружной стены жилого здания, возводимого в г. Астрахани.

Решение

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче конструкции НС определено в примере 1 п. 1.3.1.1. Для НС $R_0^{норм} = 1,63$ (м² · °С)/Вт.

Рассмотрим вариант конструкции НС, изображенный на рис. 2.

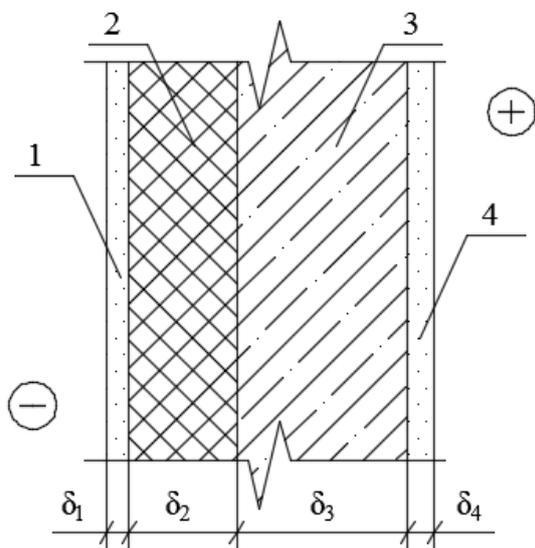


Рис. 2. Четырехслойная НС:

- 1 — штукатурка (сложный раствор), $\rho = 1700$ кг/м³, $\delta = 0,02$ м;
- 2 — плиты минераловатные прошивные, $\rho = 125$ кг/м³;
- 3 — железобетон, $\rho = 2500$ кг/м³, $\delta = 0,22$ м;
- 4 — штукатурка (цементно-песчаный раствор), $\rho = 1800$ кг/м³, $\delta = 0,02$ м

По [11] и [13] определим теплотехнические показатели строительных материалов заданного конструктива НС (см. рис. 2) и занесем в табл. 3.

Теплотехнические показатели строительных материалов НС (см. рис. 2)

Номер слоя на рис. 2	Материал	Условия эксплуатации ограждений	Плотность ρ_0 , кг/м ²	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м · °С	Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м · ч · Па)	Толщина слоя δ , м
1	Штукатурка (сложный раствор)	А (см. примечания и пример 1 п. 1.1)	1700	0,7	0,098	0,02
2	Плиты минераловатные прошивные	А	125	0,064	0,3	$\sigma_{yt} - ?$
3	Железобетон		2500	1,92	0,03	0,22
4	Штукатурка (цементно-песчаный раствор)		1800	0,76	0,09	0,02

Примечания

1. Тепловлажностные условия эксплуатации ограждающих конструкций (А и Б) определяют по табл. 2 [13] в зависимости от влажностной зоны района строительства и влажностного режима в здании. Влажностный режим помещений жилых зданий — нормальный (см. примеры 1 и 2 п. 1.2), тогда при сухой влажностной зоне района строительства теплотехнические показатели строительных материалов принимают по условию эксплуатации А, при нормальной и влажной влажностной зоне района строительства — по условию эксплуатации Б.

2. Коэффициент теплопроводности материала λ , Вт/(м · °С), и коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м · ч · Па), определяют по прил. Т [13] или прил. Д [11] в зависимости от условия эксплуатации ограждающих конструкций.

Расчетное сопротивление теплопередаче четырехслойной наружной стены R_0^p , (м² · °С)/Вт

$$R_0^p = \frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_n} = R_0^{\text{норм}}.$$

Определим термическое сопротивление теплопередаче слоя утеплителя R_{yt} , (м² · °С)/Вт:

$$R_{yt} = R_2 = R_0^{\text{норм}} - \left(\frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_n} \right) =$$

$$= 1,63 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} \right) = 1,32 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт};$$

$$\delta_2 = R_2 \cdot \lambda_2 = 1,32 \cdot 0,064 = 0,084 \text{ м.}$$

$$\text{Примем } \delta_2 = 0,09 \text{ м.}$$

С учетом окончательно принятой толщины теплоизоляционного материала определим фактическое сопротивление теплопередаче НС:

$$R_0^{\text{факт}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,09}{0,064} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} = 1,72 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт.}$$

Проверим выполнение условия $R_0^{\text{факт}} \geq R_0^{\text{норм}}$.

$1,72 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт} \geq 1,63 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$, следовательно, поэлементное требование к конструкции НС выполняется.

Пример 4

Необходимо определить расчетное сопротивление теплопередаче внутренней стены (ВС) жилого здания, выходящей на лестничную клетку.

Исходные данные: стенка состоит из трех слоев: 1-й слой — штукатурка (цементно-песчаный раствор), $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 0,02 \text{ м}$, $\lambda = 0,76 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$; 2-й слой — железобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 0,22 \text{ м}$, $\lambda = 1,92 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$; 3-й слой — штукатурка (цементно-песчаный раствор), $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 0,02 \text{ м}$, $\lambda = 0,76 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$.

Решение

По формуле (5) расчетное сопротивление теплопередаче ВС:

$$R_0^p = \frac{1}{\alpha_{в}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{в}} = \frac{2}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} = 0,4 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

Следует отметить, что сопротивление теплопередаче ВС не нормируется, следовательно, за фактическое сопротивление теплопередаче ВС принимается расчетное значение.

1.3.1.3. Выбор заполнения оконных проемов

Тип и конструкцию оконных проемов выбирают исходя из требований по теплозащите и требования к сопротивлению воздухопроницанию.

Исходя из требований по теплозащите приведенное (фактическое) сопротивление теплопередаче окна должно быть не ниже нормируемого значения, т.е. должно выполняться условие

$$R_0^{\text{факт}} \geq R_0^{\text{норм}}, \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}, \quad (9)$$

где $R_0^{\text{факт}}$ — приведенное (фактическое) сопротивление теплопередаче окна, принимаемое по каталогам производителя или по табл. 4.

Таблица 4

Приведенное сопротивление теплопередаче и сопротивление воздухопроницанию окон при уплотнении прокладками из пенополиуретана

№ п/п	Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{факт}}$, (м ² · °C)/Вт	Число уплотненных притворов, шт.	Фактическое сопротивление воздухопроницанию R_n^{ϕ} , (м ² · ч)/кг
1	Двойное остекление в спаренных переплетах	0,40	1	0,26
2	Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	1	0,29
3	Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	2	0,38
4	Однокамерный стеклопакет из стекла с твердым селективным покрытием	0,51	1	0,40
5	Двухкамерный стеклопакет из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 12 мм)	0,54	1	0,40
6	Двухкамерный стеклопакет из обычного стекла с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,65	1	0,40
7	Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,80	1	0,42
8	Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,80	2	0,63

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru