

Комплект методические указания для расчетно-графической работы

З А Д А Н И Е

к выполнению расчетно-графических заданий:

"Проверка теплотехнических качеств наружной стены" и "Расчет теплопотерь лестничной клетки.

Определение воздухообмена в квартире жилого дома."

студенту _____

курса ____ группы ____ отделения _____

факультета ГСХ

Дата выдачи _____ 200__ г.

Срок окончания работы _____ 200__ г.

Консультант _____

Составитель

профессор, кандидат технических наук Е.В.Казнин

I. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Планировка здания: вариант ____, число этажей ____, ориентация входа на ____, строительные размеры: $a=$; $b=$; $H_{эт}=$; $H_{щ}=$ (прил.1).
2. Характеристика ограждающих конструкций здания (прил.2):
наружные стены, вариант _____;
2. Район строительства, вариант ____ (прил. 3).

РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

Определить сопротивление теплопередаче, паропроницанию и воздухопроницанию заданной конструкции наружной стены. Проверить отсутствие конденсации водяных паров на внутренних поверхностях гладки стены наружного угла, а также накопление влаги в толще ограждения, определить коэффициент теплопередачи наружной стены.

Рассчитать теплопотери для лестничной клетки.

В соответствии с действующими нормами определить воздухообмены в квартирах жилого здания.

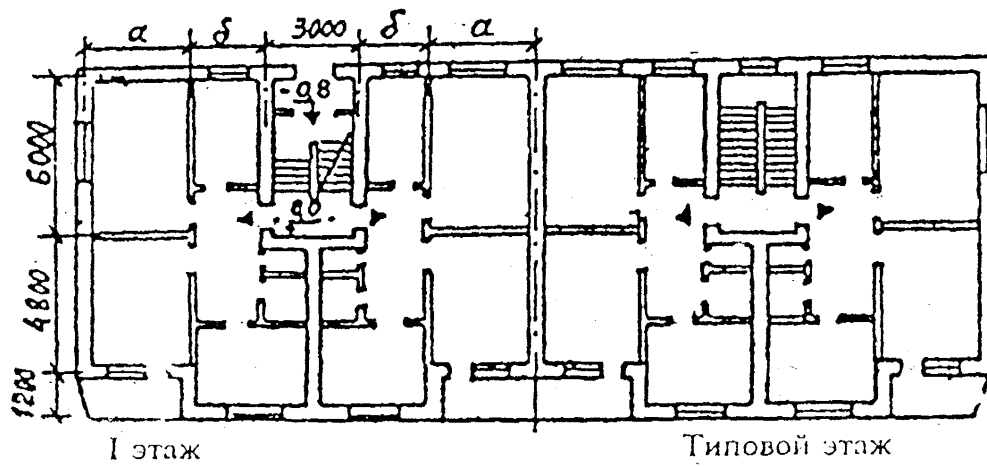
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кувшинов Ю.Я. "Теоретические основы обеспечения микроклимата помещения" - М.: Издательство АСВ, 2007 г.
2. Гусев Е.В., Ковалев Н.И., Попов В.П. и др. "Теплотехника, вентиляция и кондиционирование воздуха. Учебник для вузов. - Л.: Стройиздат, 1981, 343 с.
3. Лебедев В.И., Тертичник Е.И. "Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха". Учебник для вузов (под редакцией Казнина Е.В.). - М.МИСИ, 1982. Ч.1. Теплотехника и тепловой режим зданий.
4. Богословский В.Н. "Тепловой режим здания". – М.: Стройиздат, 1979, 248 с.
5. Сканава А.Н., Махов Л.М. и др. "Отопление". Учебник для вузов. Издательство АСВ, 2002г., 576с.
6. Каменев П.Н., Тертичник Е.И. «Вентиляция», издательство АСВ, 2006г, 615с.
7. Казнин Е.В. "Анализ теплотехнических качеств наружных ограждений и определение тепловой нагрузки отопительных приборов жилого здания"; Методические указания к выполнению курсовой работы, М., МГСУ, 1994 г.
8. Самарин О.Д. "Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность". Монография. - М.:Изд-во АСВ, 2009.-296с.

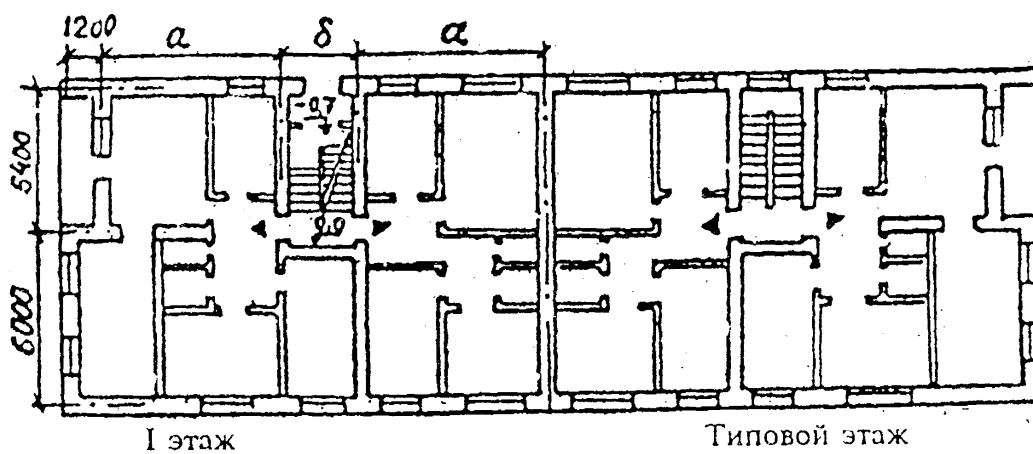
приложения

1. Варианты планировки зданий

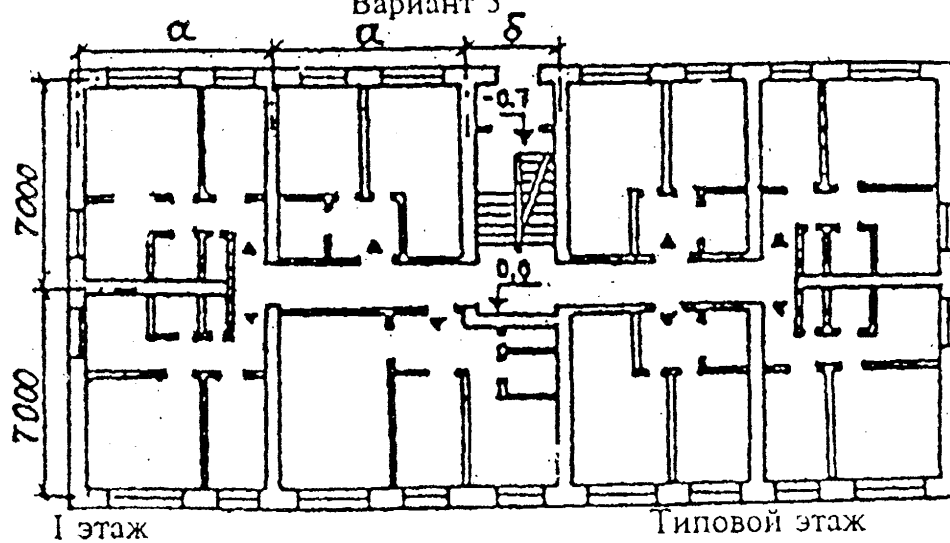
Вариант 1



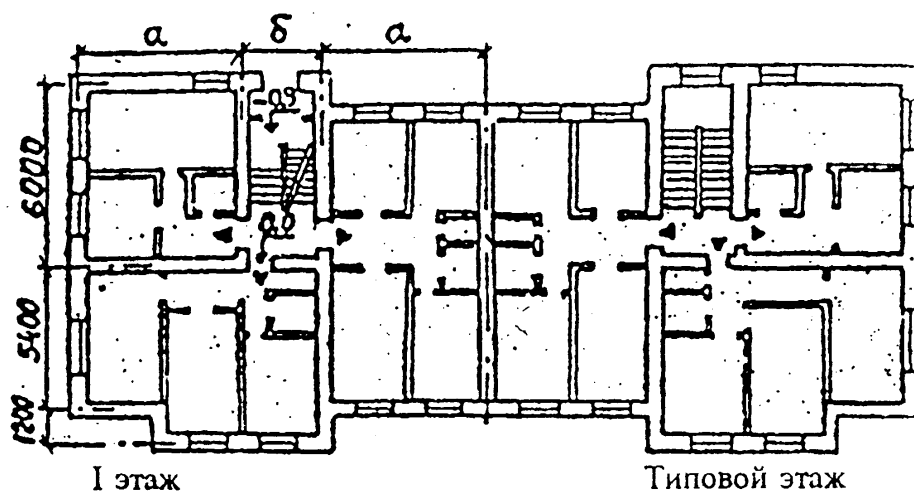
Вариант 2



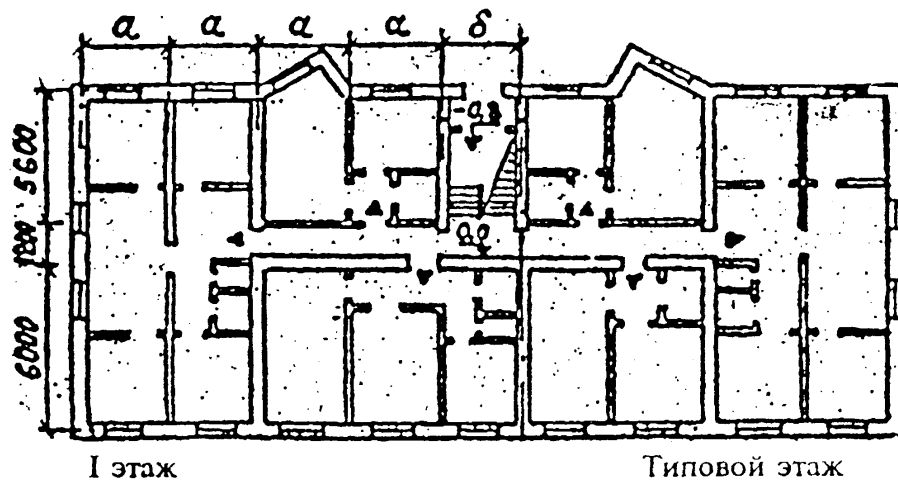
Вариант 3



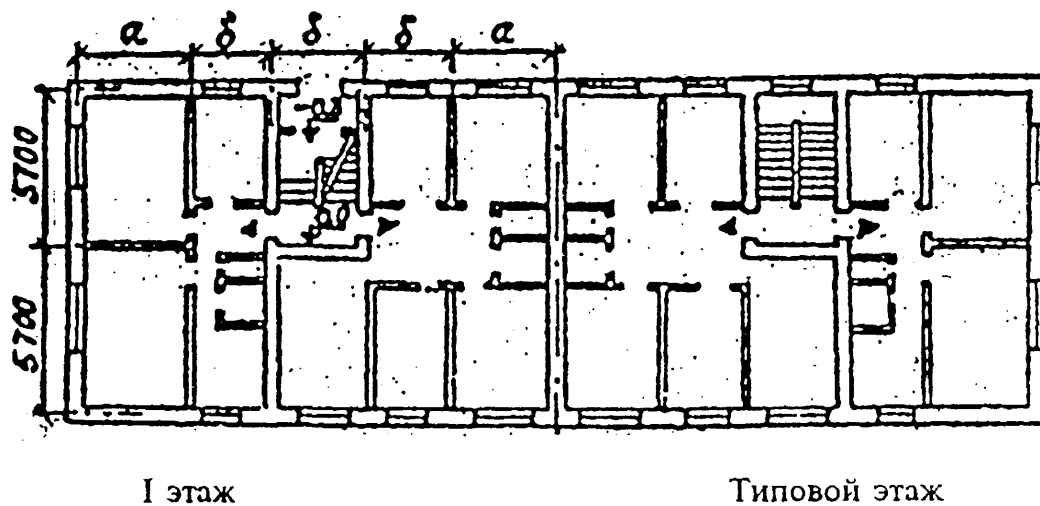
Вариант 4



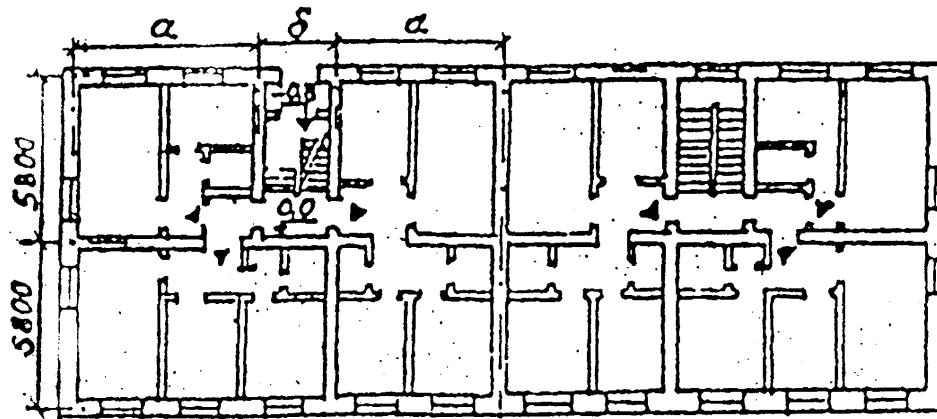
Вариант 5



Вариант 6



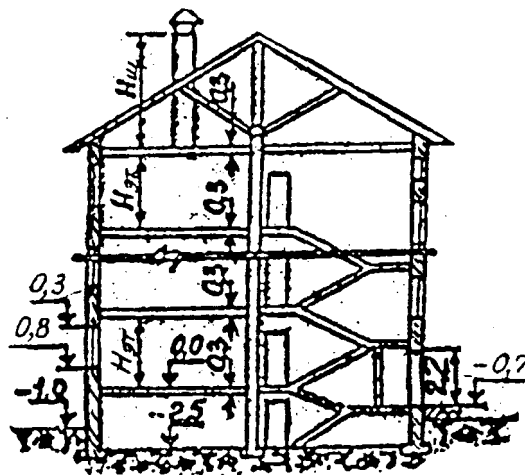
Вариант 7



I этаж

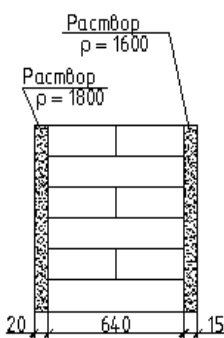
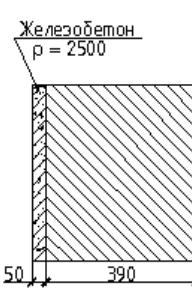
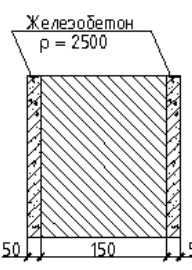
Типовой этаж

Типовой разрез здания



Вариант	Значение а для варианта плана, м.		δ, м	H _{эт} , м	H _ш , м
	1,5,6	2,3,4,7			
1	2,8	6,0	3,1	2,9	4,8
2	2,9	6,1	3,2	2,8	4,7
3	2,8	6,2	3,3	2,7	4,6
4	3,0	6,3	3,0	2,6	4,5
5	3,1	6,4	2,9	2,7	4,4
6	3,2	6,5	3,2	2,9	4,3
7	3,3	5,8	3,0	2,8	4,0
8	3,4	5,6	3,1	2,6	3,8

2. Варианты конструкций наружной стены здания.

№ вари- анта	Конструкция	Материал утепляющего слоя	ρ, кг/м3	№ ва- ри- анта	Конструкция	Материал утепляю- щего слоя	ρ, кг/м3		
1		Кирпич ГОСТ 530-71	1800	12		Керамзи- тобетон	1200		
2			1700	13			1000		
3			1600	14		Вермику- литобетон	800		
4		ГОСТ 648-73	1200	15		Газобетон	600		
5			1000	16		Аглопи- ритобетон	1000		
6		1600	17	1200					
7		керамический пустотный	1400	18		Плиты минерало- ватные ГОСТ 9573-82	350		
8				силикатный			1200	19	300
								20	200
						21	100		
				22		50			
9	Керамзито- бетон	1600	23	Пенопо- листерол		150			
10		1400	24	Газо- и пенобетон	400				
11		800	25		300				

3. Варианты района строительства зданий

Вариант	Район строительства	Вариант	Район строительства
1	Брянск	9	Новгород
2	Владимир	10	Орел
3	Иваново	11	Псков

4	Тверь	12	Рязань
5	Калуга	13	Саратов
6	Санкт-Петербург	14	Смоленск
7	Минск	15	Ярославль
8	Москва	16	

I. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций существующих зданий заключается в проверке соответствия этих конструкций теплотехническим требованиям СНиП «Строительная теплотехника».

1.1. Сопротивление теплопередаче наружных ограждений

Пример 1.1. Проверить соответствие сопротивления теплопередаче наружной стены требованиям СНиПа. Конструкция стены представлена на рис.1.

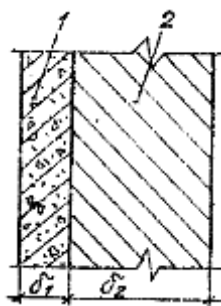


рис.1

1 — железобетон $\gamma_1 = 2500 \text{ кг/м}^3$ (плотность),

$\delta_1 = 0,05 \text{ м}$ (толщина);

2 — керамзито - бетон $\gamma_2 = 800 \text{ кг/м}^3$,

$\delta_2 = 0,2 \text{ м}$.

Расчетные климатические характеристики района строительства

Климатические характеристики района строительства, необходимые для теплотехнического расчета ограждающих конструкций и систем отопления и вентиляции, принимается по таблицам [1-3] ****или по приложению КР 1****:

$t_{н5}$ - средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92, °C;

$t_{хм}$ - температура наиболее холодного месяца, °C;

$t_{оп}$ - средняя температура наружного воздуха (за отопительный период со средней суточной температурой воздуха $\leq 8 \text{ }^\circ\text{C}$), °C;

$z_{оп}$ - продолжительность отопительного периода (со среднесуточной температурой воздуха $\leq 8 \text{ }^\circ\text{C}$), сут.;

$\phi_{хм}$ - среднемесячная относительная влажность наиболее холодного месяца, %;

v_v - расчетная скорость ветра, м/с.

Расчетные климатические характеристики

Район строительства	$t_{н5}$, °C	$t_{хм}$, °C	$t_{оп}$, °C	$z_{оп}$, сут	$\phi_{хм}$, %	v_v , м/с	Зона влажно- сти
г. Волгоград							

Расчетные характеристики параметров воздуха в помещениях

Температура воздуха в помещениях t_v , °C принимается по в зависимости от значения $t_{н5}$, °C. Относительная влажность внутреннего воздуха ϕ_v принимается равной 55 %, что соответствует нормальному влажностному режиму помещения.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций, от которых зависят теплотехнические показатели строительных материалов, принимаются по.

Расчетные условия и характеристика микроклимата.

$t_{в}$ для помещений, °С						Относи- тельная влажность φ , %	Условия экс- плуатации ограждающих конструкций
Угловая жилая комната	Рядовая жилая комната	Кухня	Лест- ничная клетка	Туалет	Ванная комната, совмещ. сан. узел		

Выбираем теплотехнические показатели материалов для наружной стены.

Для нормальной зоны влажности (г. Орел, прил.1) и нормального влажностного режима помещения (жилая комната, прил.2) принимаем условия эксплуатации "Б" (прил.3). Для условий эксплуатации "Б" выбираем теплотехнические показатели материалов (прил.4):

ρ - плотность материала слоя, кг/м³;

λ - коэффициент теплопроводности, Вт/м °С;

μ - коэффициент паропроницаемости, мг/м ч Па.

Теплотехнические показатели строительных материалов.

Номер слоя	Наименование материалов.	Условия экс- плуатации ограждений	δ , м	ρ , кг/м ³	λ , Вт/м °С	μ , мг/м ч Па

Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций принимаются по [2] ****или по приложению КР 5****:

Δt^i - нормируемый перепад температуры между воздухом в помещении и внутренней поверхностью наружного ограждения, °С;

n - коэффициент, уменьшающий расчетную разность температур для конструкций, не соприкасающихся с наружным воздухом;

α_a - коэффициент теплообмена на внутренней поверхности ограждения, Вт/м²°С;

α_n - коэффициент теплообмена на наружной поверхности ограждения, Вт/м²°С.

Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций.

Наименование	Δt^H , °С	n	α_a , Вт/м ² °С	α_n , Вт/м ² °С
Наружная стена	4	1	8,7	23
Чердачное перекры- тие	3	0,9	8,7	12
Перекрытие над под- валами и подполья- ми.	2	0,6	8,7	6

1 – железобетон $\gamma_1 = 2500$ кг/м³, $\lambda_1 = 2,04$ Вт/(м.°С),

2 – керамзитобетон $\gamma_2 = 800$ кг/м³, $\lambda_1 = 0,31$ Вт/(м.°С),

Определяем сопротивление теплопередаче наружной стены, по формуле (1.3)

$$R_o = 1/\alpha_b + R_1 + R_2 + 1/\alpha_n,$$

Коэффициент теплообмена на внутренней поверхности для стен (прил.5)

$$\alpha_b = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C});$$

Коэффициент теплообмена на наружной поверхности стен (прил. 6)

$$\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C});$$

Термическое сопротивление железобетона

$$R_1 = \delta_1/\lambda_1 = 0,05/2,04 = 0,025 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Термическое сопротивление керамзитобетона

$$R_2 = \delta_2/\lambda_2 = 0,2/0,31 = 0,645 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$R_o = 1/8,7 + 0,025 + 0,645 + 1/23 = 0,115 + 0,025 + 0,645 + 0,043 = 0,828 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче наружной стены по формуле (1.4).

$$R_o^{TP} = n(t_b - t_n)/(\Delta t^H \cdot \alpha_b) = 1 \cdot [18 - (-26)]/(4,0 \cdot 8,7) = 1,28 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Коэффициент, учитывающий расположение ограждающей конструкции по отношению наружного воздуха, $n = 1$ (прил. 7).

Температура внутреннего воздуха в рядовой жилой комнате $t_b = 18^\circ\text{C}$ (прил. 8).

Нормируемый температурный перепад $\Delta t^H = 4^\circ\text{C}$ (прил. 9).

Коэффициент теплоотдачи $\alpha_b = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (прил. 5).

Температура наружного воздуха для г. Москвы $t_n = t_{5\text{схс}} = -26^\circ\text{C}$ (прил. 1)

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче наружных ограждений из условия энергосбережения (табл. 1, стр. 3) по значению величины ГСОП, формула (1.5), для г. Москвы при $t_b = 18^\circ\text{C}$, $t_{\text{от. пер.}} = 3,6^\circ\text{C}$,

$Z_{\text{от. пер.}} = 213 \text{ сут.}$

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{\text{от. пер.}}) \cdot Z_{\text{от. пер.}} = [18 - (-3,6)] \cdot 213 = 4600^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

Наружные стены - $3,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Перекрытия чердачные над холодными подпольями и подвалами

- $4,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Окна и балконные двери - $0,415 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Покрытия и перекрытия над проездами - $4,5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Так как для наружных стен $R_o = 0,828 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, а $R_o^{TP} = 1,247 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ и $R^{TP}_{(\text{ГСОП})} = 3,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, конструкцию следует утеплить. Термическое сопротивление утепляющего материала:

$$R_{\text{ут.}} = R^{TP}_{(\text{ГСОП})} - R_o = 3 - 0,828 = 2,172 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

В качестве утепляющего материала применяем плиты теплоизоляционные жесткие минераловатные на синтетическом связующем, плотностью $\gamma = 50 \text{ кг}/\text{м}^3$ с теплопроводностью в условиях эксплуатации «Б», $\lambda_{\text{ут}} = 0,06 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$. (прил. 4 стр. 30).

Расчетная толщина утепляющего слоя составит:

$$\delta_{\text{ут}} = \lambda_{\text{ут}} \cdot R_{\text{ут.}} = 0,06 \cdot 2,172 = 0,130 \text{ м}$$

При толщине плиты 50 мм укладываем на внутренней поверхности наружной стены три слоя плит общей толщиной утепляющего материала $50 \cdot 3 = 150 \text{ мм}$ с обшивкой сухой штукатуркой, $\gamma_{\text{шт}} = 800 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\lambda_{\text{шт}} = 0,21 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$.

Сопротивление теплопередаче наружной стены (рис. 2) составит:

$$R_o = 1/\alpha_b + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + 1/\alpha_n = 1/8,7 + 0,025 + 0,645 + 0,15/0,06 + 0,01/0,21 + 1/23 = 0,115 + 0,025 + 0,645 + 2,5 + 0,048 + 0,043 = 3,38 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

1.2. Проверка наружной стены на возможность конденсации водяных паров.

Во избежание конденсации водяных паров на внутренней поверхности наружных ограждений необходимо, чтобы их температура τ_b , τ_y , τ_x была выше температуры точки росы t_p внутреннего воздуха на $1,5 - 2,0$ °C, то есть $\tau \geq t_p + (1,5 \dots 2)$ °C.

Температура на внутренней поверхности глады ограждения τ_b определяется по формуле

$$\tau_b = t_b - (t_b - t_n)/(R_o * \alpha_b). \quad (1.7)$$

Температура на внутренней поверхности наружного угла:

в диапазоне $R_o = 0,43 \div 2,15$ м²·°C/Вт определяется по формуле

$$\tau_y = \tau_b - (0,18 - 0,042R_o) \cdot (t_b - t_n). \quad (1.8)$$

в диапазоне $R_o = 2 \div 8$ м²·ч/кг определяется по формуле

$$\tau_y = \tau_b - \eta' (t_b - t_n), \quad \text{где} \quad (1.8')$$

$$\eta' = 0,75(R_b/R_o)^{0,67}$$

Температура наружного воздуха t_n в формулах (1.7) и (1.8) принимается равной средней температуре пяти самых холодных суток $t_n = t_{5c.x.c}$

Температура на внутренней поверхности наружной стены в сечении теплопроводного включения τ_x определяется по формуле

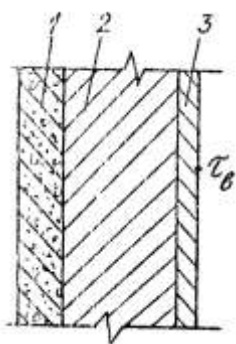
$$\tau_x = \tau_b - \eta(\tau_b - \tau_t), \quad (1.9)$$

где τ_t — температура на внутренней поверхности ограждения, °C.

При условии, что вся его конструкция имеет сопротивление теплопередаче сечения по теплопроводному включению, определяется по формуле (1.7).

η — коэффициент, определяется по прил. 10.

Пример 1.2. Проверить возможность конденсации водяных паров на внутренней поверхности наружной стены средней комнаты жилого дома, расположенного в г. Орле. Конструкция стены дома показана на рис. 2.



- 1 – железобетон $\gamma_1 = 2500$ кг/м³,
 $\lambda_1 = 2,04$ Вт/(м · °C), $\delta_1 = 0,05$ м;
- 2. – керамзитобетон $\gamma_2 = 800$ кг/м³,
 $\lambda_2 = 0,31$ Вт/(м · °C), $\delta_2 = 0,2$ м;
- 3. – плиты минераловатные $\gamma_3 = 50$ кг/м³,
 $\lambda_3 = 0,06$ Вт/(м · °C), $\delta_3 = 0,15$ м;
- 4 – сухая штукатурка $\gamma_4 = 800$ кг/м³,
 $\lambda_4 = 0,21$ Вт/(м · °C), $\delta_4 = 0,01$ м;

1. Определяем температуру внутренней поверхности наружной стены τ_b по формуле (1.7).

$$\tau_b = t_b - (t_b - t_n)/(R_o * \alpha_b) = 18 - (18 - (-26))/(3,38 * 8,7) = 18 - 1,5 = 16,5^\circ\text{C}$$

Приняты следующие значения величин, входящих в формулу (1.7):

– температура внутреннего воздуха $t_b = 18^\circ\text{C}$ (по прил. 8);

– температура наружного воздуха $t_n = t_{5 \text{ с х с}} = -26^\circ\text{C}$ (по прил. 1);
 – сопротивление теплопередаче стены $R^0 = 3,38 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ определено в примере 1.1 по формуле (1.3);
 – коэффициент теплообмена на внутренней поверхности стены $\alpha_v = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ (по прил. 5).

2. Определяем температуру точки росы t_p для воздуха помещения с температурой $t_v = 18^\circ\text{C}$ и относительной влажностью $\phi_v = 55\%$.

Пользуясь данными прил. 11, определяем упругость насыщенных водяных паров при $t_v = 18^\circ$, $E = 20,65 \text{ гПа}$. Упругость водяных паров при $t_v = 18^\circ\text{C}$ и $\phi_v = 55\%$ составит

$$e = E * \phi_v / 100 = 20,65 * 55 / 100 = 11,35 \text{ гПа}.$$

Полученное значение упругости водяных паров воздуха будет насыщающим $E = 11,1 \text{ гПа}$ при $t_p = 8,9^\circ\text{C}$ (прил. 11). Следовательно, температура точки росы для воздуха с $t_v = 18^\circ\text{C}$ и $\phi_v = 55\%$ будет $t_p = 8,9^\circ\text{C}$.

То же значение температуры точки росы можно получить графически, пользуясь J-d – диаграммой влажного воздуха. Для этого из точки «В» в J-d – диаграмме с параметрами $t_v = 18^\circ\text{C}$ и $\phi_v = 55\%$ проводим вниз луч $d = \text{const}$ до пересечения с $\phi = 100\%$. Изотерма, проходящая через точку пересечения, будет соответствовать температуре точки росы $t_p = 8,9^\circ\text{C}$.

3. Определяем разность температур

$$t_v - t_p = 16,5 - 8,9 = 7,6^\circ\text{C}$$

$t_v - t_p \gg 1,5 \dots 2^\circ\text{C}$, следовательно, конденсации водяных паров на внутренней поверхности стены происходить не будет.

Пример 1.3. Проверить возможность конденсации водяных паров на внутренней поверхности наружного угла для угловой комнаты.

Температура внутреннего воздуха $t_v = 20^\circ\text{C}$ (прил. 8), $t_n = -26^\circ\text{C}$.

Сопротивление теплопередаче наружной стены без утепления (рис. 1), $R_o = 0,838 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

По формуле (1.7) определяем температуру внутренней поверхности стены:

$$t_v = 20 - (20 - (-26)) / (0,838 * 8,7) = 20 - 6,2 = 13,8^\circ\text{C}.$$

По формуле (1.8) находим температуру внутренней поверхности наружного угла:

$$t_y = t_v - (0,18 - 0,042 R_o)(t_v - t_n) = 13,8 - (0,18 - 0,042 * 0,838) * [20 - (-26)] = 7,14^\circ\text{C}$$

Для воздуха с температурой $t_v = 20^\circ\text{C}$ и относительной влажностью $\phi_v = 100\%$ парциальное давление водяных паров при полном насыщении составляет $E = 23,40 \text{ гПа}$. Парциальное давление при $\phi_v = 55\%$ составит

$$e = E * (\phi_v / 100) = 23,40 * (55 / 100) = 12,8 \text{ гПа}.$$

Полученное значение парциального давления соответствует парциальному давлению водяных паров в воздухе при полном его насыщении при температуре $t_p = 10,5^\circ\text{C}$ (прил. 11).

Так как $7,14 < 10,5$ или $t_y < t_p$, то в углу возможна конденсация водяных паров.

Сопротивление теплопередаче наружной стены с учетом утепления (рис. 2),

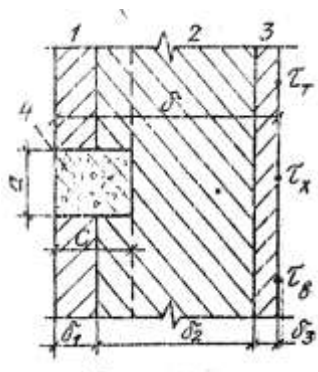
$$R_o = 3,38 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

По формуле (1.7) определяем температуру внутренней поверхности стены:

По формуле (1.8') находим температуру внутренней поверхности наружного угла:

Так как $\tau_v - t_p = 14,9 - 10,5 = 4,4 \text{ }^\circ\text{C}$, конденсации водяных паров не будет.

Пример 1.4. Проверить возможность конденсации водяных паров на поверхности стены в месте теплопроводного включения. Конструкция стены с теплопроводным включением представлена на рис. 3.



- 1 – железобетон $\delta_1 = 0,05$ м;
2 – керамзитобетон $\delta_2 = 0,2$ м;
3 – плиты минераловатные $\delta_3 = 0,15$ м;
4 – сухая штукатурка $\delta_4 = 0,01$ м;
5 – железобетон $a = 0,1$ м, $c = 0,2$ м.
 $\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 = 0,05 + 0,2 + 0,15 + 0,01 = 0,41$ м

Теплотехнические характеристики материалов приняты по примеру 1.2. Определяем сопротивление теплопередаче R_T и температуру внутренней поверхности стены τ_T в сечении теплопроводного включения при условии, что вся стена имеет соответствующий слой, равный толщине теплопроводного включения, по формулам (1.3) и (1.7).

$$\tau_R = 18 - (18 - (-26)) / (3,38 * 8,7) = 16,5^\circ\text{C}$$

Действительную температуру внутренней поверхности в сечении теплопроводного включения вычисляем по формуле (1.9). При значениях $a/\delta = 0,1/0,41 = 0,244$ и $c = 0,2 < \delta/2$ по прил. 11 находим значение $\eta = 0,365$.

Так как $16,42 > 8,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, т. е. $\tau_x > t_p$, конденсации водяных паров на внутренней поверхности стены в месте теплопроводного включения не будет.

1.3. Проверка ограждающих конструкций на воздухопроницаемость.

Пример 1.5. Проверить на воздухопроницание наружную стену жилого дома высотой $H = 12$ м в г. Орле. Конструкция наружных стен в примере 1.4. (см. рис. 2):

Плиты минераловатные $\delta_3 = 0,15$ м, $\gamma_3 = 50$ кг/м³, $R_{u3} = 6$ м²*q*Па/кг;

Сухая штукатурка $\delta_4 = 0,01$ м, $\gamma_4 = 800$ кг/м³, $R_{u4} = 20$ м²*ч*Па/кг;

Определяем удельный вес наружного и внутреннего воздуха по формуле (1.13). Температура наружного воздуха равна средней температуре самой холодной пятидневки для Москвы $t_n = t_{5c.x.c} = -26^\circ\text{C}$ (прил. 1). Температура внутреннего воздуха для жилой комнаты $t_b = 18^\circ\text{C}$ (см. прил. 8).

$$\gamma_n = 3463/(273 - 26) = 14,02 \text{ Н/м}^3.$$

$$\gamma_b = 3463/(273 + 18) = 11,9 \text{ Н/м}^3.$$

Скорость ветра в Москве $v = 4,9$ м/с (см. прил. 1), следовательно, принимаем $v = 5,0$ м/с.

Определяем по формуле (1.12) разность давлений

$$\begin{aligned}\Delta P &= 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_n - \gamma_b) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2 = \\ &= 0,55 \cdot 12 \cdot (14,02 - 11,9) + 0,03 \cdot 14,02 \cdot 5^2 = 24,5 \text{ Па}\end{aligned}$$

Определяем по формуле (1.10) требуемое сопротивление воздухопроницанию

$$R_u^{TP} = \Delta P / G^H = 24,5 / 0,5 = 49,0 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}.$$

Нормативная воздухопроницаемость для наружных стен жилого дома принята по прил. 12 $G^H = 0,5$ кг/(м²*ч).

Действительное сопротивление воздухопроницанию для заданной конструкции наружной стены определяется по формуле (1.14)

$$R_u = R_{u1} + R_{u2} + R_{u3} + R_{u4} = 9810 + 12 + 6 + 20 = 9848 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}.$$

Так как $9848 \gg 49,0$ т. е. $R_u > R_u^{TP}$, наружная стена по условиям воздухопроницания соответствует требованиям СНиПа.

Пример 1.6. Выбор типа заполнения оконных и дверных проемов.

Требуемое сопротивление теплопередаче оконных проемов и балконных дверей исходя из Санитарно-гигиенических и комфортных условий для условий г. Москвы при разности температуры внутреннего воздуха и средней температуры наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92, для жилых зданий $[18 - (-26)] = 44^\circ\text{C}$, $R_o^{TP} = 0,42$ м²*°C/Вт, прилож. 18 (стр. 43).

Требуемое сопротивление теплопередаче из условия энергосбережения по табл. 1 (стр. 3). для условий г. Москвы составляет, при ГСОП равном

$$4600 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{сут}, R_{ГСОП}^{TP} = 0,415 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Принимаем в качестве заполнения оконных проемов и балконных дверей тройное остекление в деревянных переплетах, имеющее ближайшее большее значение сопротивления теплопередаче $R_o = 0,52$ м²*°C/Вт, прил. 14 (стр. 40).

Определяем требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей по формуле (1.11).

$$R_u^{TP} = (1/G^H) \cdot (\Delta P / \Delta P_o)^{0,67} = (1/6) \cdot (24,5/10)^{0,67} = 0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$$

Нормативная воздухопроницаемость для окон жилого дома принята по прил. 12; $G^H = 6$ кг/(м²*ч).

Принимаем по прил. 14 уплотнение трех переплетов губчатой резиной с

$$R_u = 0,37 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}, \text{ т. е. } R_u > R_u^{TP}.$$

Требуемое сопротивление теплопередаче наружной двери

$$R_d^{TP} = 0,6 \cdot R_o^{TP} = 0,6 \cdot 1,28 = 0,768 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт};$$

где R_o^{TP} – требуемое сопротивление теплопередаче наружной стены из условия санитарно-гигиенических и комфортных условий. $R_o^{TP} = 1,28$ м²*°C/Вт (стр. 4).

1.4. Проверка наружной стены на отсутствие конденсации водяных паров в толще ограждения.

Пример 1.7. Проверить наружную стену на возможность конденсации водяных паров в толще ограждения.

1.7.1. Утеплитель расположен на внутренней поверхности стены.

Наружная стена жилого дома в г. Орле имеет четырехслойную конструкцию (см. рис. 2):

Железобетон $\delta_1 = 0,05$ м, $\gamma_1 = 2500$ кг/м³, $\mu_1 = 0,03$ мг/(м*ч*Па)

Керамзитобетон $\delta_2 = 0,2$ м, $\gamma_2 = 800$ кг/м³, $\mu_2 = 0,19$ мг/(м*ч*Па)

Плиты минераловатные $\delta_3 = 0,15$ м, $\gamma_3 = 50$ кг/м³, $\mu_3 = 0,6$ мг/(м*ч*Па)

Сухая штукатурка $\delta_4 = 0,01$ м, $\gamma_4 = 800$ кг/м³, $\mu_4 = 0,075$ мг/(м*ч*Па)

Воздух в помещении имеет температуру $t_b = 18^\circ\text{C}$ и влажность $\phi_b = 60\%$.

Параметры наружного воздуха приняты для условий Москвы – средние самого холодного месяца (января): температура $t_n = -10,2^\circ\text{C}$ и влажность $\phi_n = 83\%$.

Сопротивление паропрооницанию на внутренней и внешней поверхностях стены приняты $R_{\Pi,в} = 0,026$ м²*ч*Па/мг и $R_{\Pi,н} = 0,013$ м²*ч*Па/мг.

1. Определяем сопротивление паропрооницанию наружной стены по формуле (1.15):

$$\begin{aligned} R_{\Pi} &= R_{\Pi,н} + \delta_1/\mu_1 + \delta_2/\mu_2 + \delta_3/\mu_3 + \delta_4/\mu_4 + R_{\Pi,в} = 0,013 + \\ &+ 0,05/0,03 + 0,2/0,19 + 0,15/0,6 + 0,01/0,075 + 0,026 = \\ &= 3,14 \text{ м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}/\text{мг} \end{aligned}$$

2. Упругость водяных паров в воздухе помещения и наружном определяем по формулам (1.17) и (1.18):

$$e_b = E_b \cdot \phi_b / 100 = 2065 \cdot 60 / 100 = 1240 \text{ Па};$$

$$e_n = E_n \cdot \phi_n / 100 = 280 \cdot 83 / 100 = 232 \text{ Па}.$$

Где $E_b = 2065$ Па и $E_n = 280$ Па определены по прил. 11 для соответствующих значений $t_b = 18^\circ\text{C}$ и $t_n = -10,2^\circ\text{C}$.

3. В характерных сечениях по толщине стены на расстоянии x от внутренней поверхности (рис. 4).

Определяем упругость водяного пара по формуле (16):

$$\underline{x_1 = 0} \quad R_{\Pi, X1} = R_{\Pi, в} = 0,026 \text{ м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}/\text{мг};$$

$$e_{x1} = e_b - (R_{\Pi, X1}/R_{\Pi}) \cdot (e_b - e_n) = 1240 - (0,026/3,14) \cdot (1240 - 232) = 1232 \text{ Па};$$

$$\underline{X2 = 0,01\text{м}} \quad R_{\Pi, X2} = 0,026 + 0,01/0,075 = 0,16 \text{ м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}/\text{мг};$$

$$e_{x2} = e_b - (R_{\Pi, X2}/R_{\Pi}) \cdot (e_b - e_n) = 1240 - (0,16/3,14) \cdot (1240 - 232) = 1190 \text{ Па};$$

$$\underline{x_3 = 0,085\text{м}} \quad R_{\Pi, X3} = 0,026 + 0,01/0,075 + 0,075/0,6 = 0,28 \text{ м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}/\text{мг};$$

$$e_{x3} = e_b - (R_{\Pi, X3}/R_{\Pi}) \cdot (e_b - e_n) = 1240 - (0,28/3,14) \cdot (1240 - 232) = 1150 \text{ Па};$$

$$\underline{x_4 = 0,16\text{м}} \quad R_{\Pi, X4} = 0,026 + 0,01/0,075 + 0,15/0,6 = 0,41 \text{ м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}/\text{мг};$$

$$e_{x4} = e_b - (R_{\Pi, X4}/R_{\Pi}) \cdot (e_b - e_n) = 1240 - (0,41/3,14) \cdot (1240 - 232) \text{ Па};$$

$$\underline{x_5 = 0,76\text{м}} \quad R_{\Pi, X5} = 0,026 + 0,01/0,075 + 0,15/0,6 + 0,1/0,19 = 0,935 \text{ м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}/\text{мг};$$

$$e_{x5} = e_b - (R_{\Pi, X5}/R_{\Pi}) \cdot (e_b - e_n) = 1240 - (0,935/3,14) \cdot (1240 - 232) = 940 \text{ Па};$$

$$\underline{x_6 = 0,36\text{м}} \quad R_{\Pi, X6} = 0,026 + 0,01/0,075 + 0,15/0,6 + 0,2/0,19 = 1,467 \text{ м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}/\text{мг};$$

$$e_{x6} = e_b - (R_{\Pi, X6}/R_{\Pi}) \cdot (e_b - e_n) = 1240 - (1,467/3,14) \cdot (1240 - 232) = 771 \text{ Па};$$

$$\underline{x_7 = 0,026\text{м}} \quad R_{\Pi, X7} = 0,026 + 0,01/0,075 + 0,15/0,6 + 0,2/0,19 + \\ + 0,05/0,03 = 3,127 \text{ м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}/\text{мг};$$

$$e_{x7} = e_b - (R_{\Pi, X7}/R_{\Pi}) \cdot (e_b - e_n) = 1240 - (3,127/3,14) \cdot (1240 - 232) = 236 \text{ Па};$$

4. В тех же сечениях ограждения определяем температуру τ_x по формуле (1.19) и упругость водяных паров при полном насыщении E_x по прил. 11.

$$\begin{aligned} \underline{x_1} &= 0 & R_{x1} &= R_b = 0,115 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; \\ \tau_{x1} &= t_b - (R_b/R_0) \cdot (t_b - t_n) = 18 - (0,115/3,38) \cdot [18 - (-10,2)] = 17,0 \text{ °C}; \\ E_0 &= 1938 \text{ Па}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{x_2} &= 0,010 \text{ м} & R_{x2} &= 0,115 + 0,01/0,21 = 0,163 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; \\ \tau_{x2} &= t_b - (R_b/R_0) \cdot (t_b - t_n) = 18 - (0,163/3,38) \cdot [18 - (-10,2)] = 16,6 \text{ °C}; \\ E_2 &= 1890 \text{ Па}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{x_3} &= 0,085 \text{ м} & R_{x3} &= 0,115 + 0,01/0,21 + 0,075/0,06 = 1,413 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; \\ \tau_{x3} &= t_b - (R_b/R_0) \cdot (t_b - t_n) = 18 - (1,413/3,38) \cdot [18 - (-10,2)] = 6,2 \text{ °C}; \\ E_3 &= 946 \text{ Па}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{x_4} &= 0,160 \text{ м} & R_{x4} &= 0,115 + 0,01/0,21 + 0,15/0,06 = 2,663 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; \\ \tau_{x4} &= t_b - (R_b/R_0) \cdot (t_b - t_n) = 18 - (2,663/3,38) \cdot [18 - (-10,2)] = -4,2 \text{ °C}; \\ E_4 &= 444 \text{ Па}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{x_5} &= 0,260 \text{ м} & R_{x5} &= 0,115 + 0,01/0,21 + 0,15/0,06 + 0,1/0,31 = \\ & & &= 2,985 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; \\ \tau_{x5} &= t_b - (R_b/R_0) \cdot (t_b - t_n) = 18 - (2,985/3,38) \cdot [18 - (-10,2)] = -8,9 \text{ °C}; \\ E_5 &= 351 \text{ Па}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{x_6} &= 0,360 \text{ м} & R_{x6} &= 0,115 + 0,01/0,21 + 0,15/0,06 + 0,2/0,31 = \\ & & &= 3,307 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; \\ \tau_{x6} &= t_b - (R_b/R_0) \cdot (t_b - t_n) = 18 - (3,307/3,38) \cdot [18 - (-10,1)] = -9,6 \text{ °C}; \\ E_6 &= 292 \text{ Па}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{x_7} &= 0,410 \text{ м} & R_{x7} &= 0,115 + 0,01/0,21 + 0,15/0,06 + 0,2/0,31 + 0,05/2,04 = \\ & & &= 3,332 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}; \\ \tau_{x7} &= t_b - (R_b/R_0) \cdot (t_b - t_n) = 18 - (3,332/3,38) \cdot [18 - (-10,1)] = -9,8 \text{ °C}; \\ E_6 &= 288 \text{ Па}; \end{aligned}$$

5. При помощи графика, построенного по вычисленным значениям $t = f(x)$, $e = f(x)$, $E = f(x)$, определяем зону возможной конденсации водяных паров в толще стены и $R_{\Pi, \text{кр}}$ (рис.4^а). Для устранения зоны конденсации необходимо с внутренней стороны предусмотреть слой пароизоляции с сопротивлением паропрооницанию, равным ΔR_{Π} , определяемым по формуле (1.20):

$$\begin{aligned} \Delta R_{\Pi} &= [R_{\Pi} \cdot (e_b - E_{\text{кр}}) - R_{\Pi, \text{кр}} \cdot (e_b - e_n)] / (E_{\text{кр}} - e_n) = \\ &= [3,14 \cdot (1240 - 450) - 0,41 \cdot (1240 - 232)] / (450 - 232) = 9,07 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}; \end{aligned}$$

$$R_{\Pi, \text{кр}} = R_{\Pi, (x=0,16)} = 0,41 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг};$$

$$R_{\Pi} = 3,14 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг};$$

$$e_b = 1240 \text{ Па}, e_n = 232 \text{ Па}, E_{\text{кр}} = 450 \text{ Па}, t_b = 18 \text{ °C}, t_n = -10,2 \text{ °C}.$$

В качестве пароизоляционного слоя предусматривается один слой полиэтиленовой пленки и покрытие битумно-кукерсольной мастикой за три раза, с общим сопротивлением паропрооницанию $R_{\Pi, \text{доп}} > \Delta R_{\Pi}$.

$$\Delta T_n = 7,3 \cdot 0,64 \cdot 3 = 9,22 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг};$$

1.7.2. Утеплитель расположен на наружной поверхности стены.

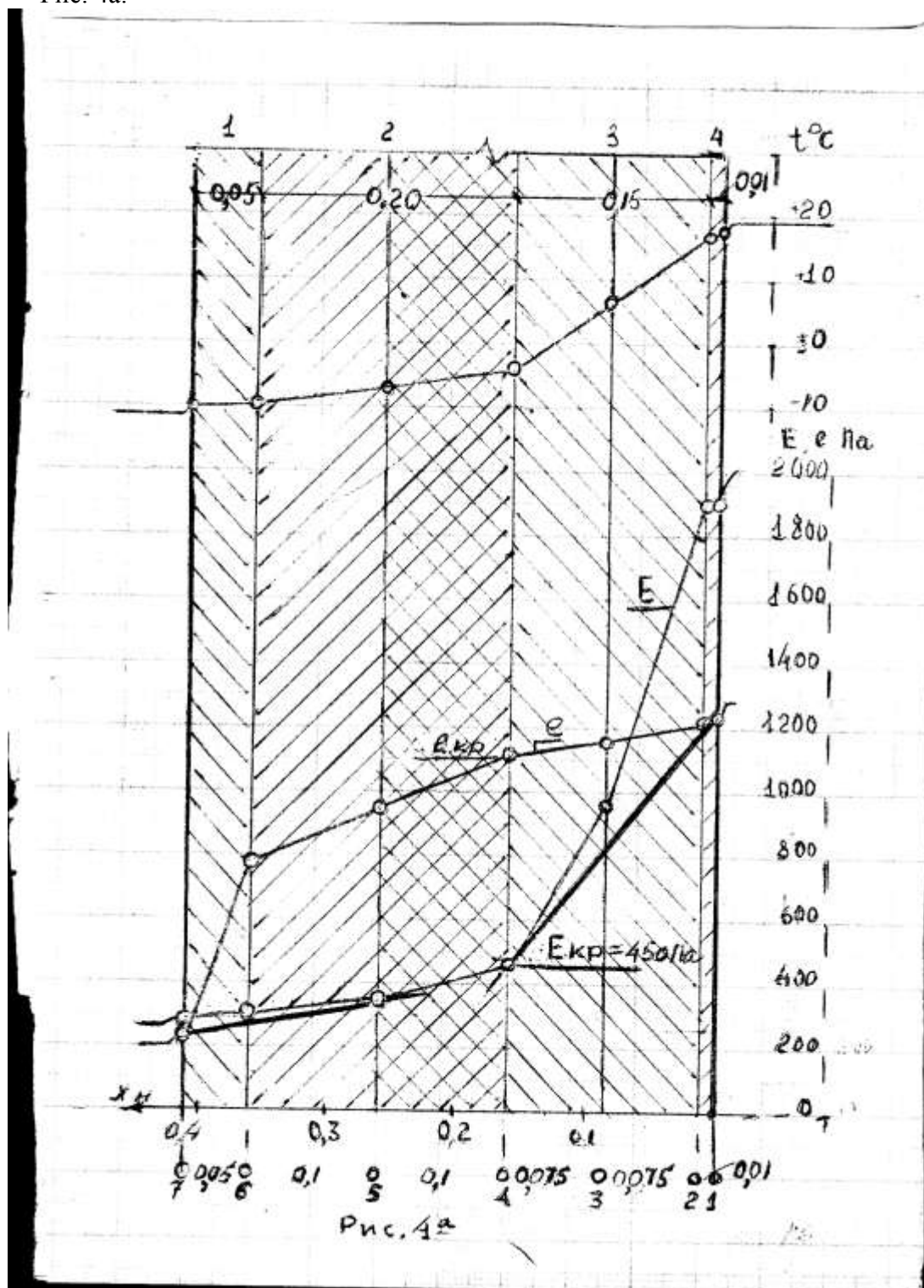
Результаты расчетов сведены в табл. 1. Изменение температуры и парциальных давлений показаны на рис. 4б

Анализ графиков изменения температуры и парциальных давлений в толще ограждений (рис. 1.4а, 1.4б) показывает отсутствие зоны конденсации при размещении теплоизоляции с наружной стороны ограждения ($E_x > e_x$), следовательно не требуется устройство пароизоляции.

Таблица 2

№№ точек	х, м	R_x м ² ·°C/Вт	t_x , °C	E_x , Па	$R_{Пх}$, м ² ·ч·Па/мг	e_x , Па
1	0,000	0,115	17,00	1933	0,026	1232
2	0,100	0,438	14,35	1634	0,552	1063
3	0,200	0,761	11,65	1372	1,078	894
4	0,250	0,986	9,77	1207	2,745	359
5	0,325	2,036	1,02	656	2,870	319
6	0,400	3,286	-9,42	310	2,995	271
7	0,410	3,334	-9,82	288	3,128	236

Рис. 4а.



2. ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Тепловая мощность отопительных приборов определяется по формуле

$$Q_{\text{оп}} = Q_{\text{т}} + Q_{\text{u(в)}} - Q_{\text{быт}}, \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{т}}$ — теплопотери помещения через ограждения теплопередачей, Вт;

Q_{u} — потери теплоты на подогрев воздуха, поступающего за счет инфильтрации, Вт;

$Q_{\text{в}}$ — потери теплоты на подогрев воздуха в количестве, необходимом для вентиляции помещения, Вт;

$Q_{\text{быт}}$ — бытовые тепловыделения, Вт.

В балансе учитывается большая из величин Q_{u} и $Q_{\text{в}}$.

2.1. Теплопотери помещения через ограждения теплопередачей

Теплопотери помещения складываются из потерь теплоты ограждающими конструкциями помещения (наружные, внутренние стены и двери, окна, полы и потолки). Потери теплоты через ограждения, отделяющие отапливаемые помещения от неотапливаемых, учитываются при разности температур в помещениях более 3°C.

Теплопотери через ограждения помещения определяются по формуле

$$Q_{\text{т}} = (A/R_o) \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot (1 + \Sigma\beta) \cdot n, \quad (2.2)$$

где A — площадь поверхности ограждения, м²;

R_o — сопротивление теплопередаче ограждения, м²·°C/Вт;

$t_{\text{в}}$ — расчетная температура воздуха в помещении, принимаемая по прил. 8, °C;

$t_{\text{н}}$ — расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года по параметрам Б, соответствующая средней из пяти самых холодных суток, принимаемая по прил. 1, °C;

n — коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху, принимается по прил. 7.

β — Коэффициент, учитывающий добавочные потери теплоты, принимается по прил. 20.

2.2. Площадь и линейные размеры ограждения

Площадь и линейные размеры ограждения определяются следующим образом:

- a) площадь световых проемов и дверей — по наименьшим размерам строительных проемов в свету;
- b) площадь потолков и полов — по размерам между осями внутренних стен для средних помещений и от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен для угловых помещений;
- c) высота стен первого этажа по размеру:
 - от уровня чистого пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа при полах, расположенных непосредственно по грунту;
 - от нижнего уровня подготовки пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа при наличии пола на лагах;
 - от уровня нижней поверхности конструкции пола первого этажа до чистого пола второго этажа при наличии неотапливаемого подвала или подполья;
- d) высота стен промежуточного этажа — по размеру между уровнями чистых полов данного и вышележащего этажей;

- e) высота стен верхнего этажа – по размеру от уровня чистого пола до верха утеплителя чердачного перекрытия при наличии чердака и по размеру от уровня чистого пола до пересечения внутренней поверхности наружной стены с верхней плоскостью покрытия при отсутствии чердака;
- f) длина наружных стен:
 - угловых помещений – от внешних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен или до внешних поверхностей примыкающих наружных стен;
- g) неугловых помещений – между осями внутренних стен;
- h) длина внутренних стен – по размеру от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен или между осями внутренних стен;
- i) площадь полов, расположенных на лагах или на грунте, делится на четыре зоны: три первые, начиная с ближней к наружной стене по периметру, представляют собой полосы шириной по 2 м, параллельные наружной стене, оставшаяся площадь пола в средней части помещения относится к четвертой зоне.

Площадь пола в 4 м² первой зоны, примыкающая к наружному углу, учитывается дважды.

Все линейные размеры ограждающих конструкций следует определять с точностью до 0,1 м, площадь наружных ограждающих конструкций с точностью до 0,1 м².

2.3. Сопротивление теплопередаче ограждений

Сопротивление теплопередаче стен, перекрытий, покрытий определяется в соответствии с п. 1.

Сопротивление теплопередаче заполнения оконных проемов и балконных дверей принимается по прил. 14, в зависимости от их типа. Сопротивление теплопередаче наружных дверей принимается равным требуемому.

Сопротивление теплопередаче оконных и дверных проемов не должно быть меньше R_{OK}^{TP} , которое принимается для оконных проемов и балконных дверей по большей величине из табл. 1 или прил. 18, а для наружных дверей равным 60% от требуемого сопротивления теплопередаче наружной стены, определяемого по формуле 1.4.

Сопротивление теплопередаче полов, расположенных на грунте или на лагах, определяется по прил. 17, сопротивление замкнутых воздушных прослоек в конструкции – по прил. 19.

2.4. Добавочные потери теплоты

Добавочные потери теплоты ограждениями учитываются поправочным коэффициентом $1 + \Sigma \beta$ к основным потерям.

Значение β принимается по прил. 20 в зависимости от назначения помещения и вида ограждающих конструкций.

2.5. Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха

Расход теплоты на нагревание воздуха определяется по формуле

$$Q_u = 0,28 * \Sigma G_u * c * (t_b - t_n) * K, \quad (2.3)$$

где ΣG_u — расход инфильтрующегося воздуха, кг/ч, через ограждающие конструкции помещения;

c — удельная теплоемкость воздуха, равная 1,02 кДж/(кг*°С);

t_b, t_n — расчетная температура воздуха, °С, в помещении и наружного воздуха в холодный период года (параметры Б);

K — коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,7 — для стыков панелей стен и для окон с тройными переплетами, 0,8 — для окон и балконных дверей с раздельными переплетами и 1,0 — для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов.

2.5.1. Определение расхода инфильтрующегося воздуха

Масса воздуха, поступающего в помещение за счет инфильтрации через неплотности окон и балконных дверей, определяется по формуле

$$\Sigma G_u = 0,21 * \Sigma \Delta p^{0,67} * A / R_u \quad (2.4)$$

где Δp — разность давлений воздуха, Па, на наружной и внутренней поверхностях окон и балконных дверей.

A, R_u — соответственно площадь, m^2 , окон, балконных дверей и сопротивление их воздухопроницанию, $m^2 \cdot ч \cdot Па / кг$, определяемое по прил. 14.

2.5.2. Определение разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждений

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждений для зданий с естественной вентиляцией определяется по формуле

$$\Delta p = (H - h) * (\gamma_H - \gamma_{+5}) + 0,05 * \gamma_H * v^2 * (C_H - C_3) * K_1, \quad (2.5)$$

где H — высота здания от поверхности земли до верха карниза, шахты, м;

h — высота от поверхности земли до верха окон, дверей, наружных стен рассматриваемого этажа, м;

γ_H, γ_{+5} — удельные веса соответственно наружного воздуха при расчетной температуре воздуха, равной средней пяти самых холодных суток, и $+5$ °С;

v — наибольшая скорость ветра из средних скоростей ветра за январь по румбам северного направления (С, СВ, СЗ), принимаемая по прил. 1, м/с;

C_H, C_3 — аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и заветренной поверхностей. Для зданий обычной формы $C_H = 0,8$, $C_3 = -0,6$;

K_1 — коэффициент, учитывающий изменение скоростного напора в зависимости от высоты и типа местности; для населенных мест при высоте до 10 м — 0,65; более 10 м — 1,0.

2.6. Потери теплоты на подогрев воздуха в объеме, необходимом для вентиляции помещения

Количество теплоты, необходимое для нагревания инфильтрующегося воздуха, поступающего в размере нормативного воздухообмена, $Вт$, определяется по формуле

$$Q_v = (t_v - t_n) * A_n, \quad (2.6)$$

где t_v — расчетная температура воздуха внутри помещения, °С;

t_n — расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года, принимаемая по параметрам «Б», определяется по табл. 3, °С;

A_n — площадь пола жилых помещений, m^2 .

2.7. Бытовые тепловыделения

Бытовые тепловыделения в жилых зданиях определяются из расчета 21 Вт на 1 m^2 площади пола помещений, для которых предусматривается установка отопительных приборов, по формуле

$$Q_{\text{быт}} = 21 A, \quad (2.7)$$

где A – площадь пола помещения, м^2 .

Пример 2.1. Определить потери теплоты за счет теплопередачи ограждениями лестничной клетки трехэтажного жилого здания в г. Орле. План и разрез лестничной клетки изображены на рис. 5. Подвал и чердак здания неотапливаемые. Наружная стена лестничной клетки ориентирована на север. Пол лестничной клетки в подвале – бетон непосредственно на грунте. Стены подвала до уровня земли – блоки из железобетона. Коэффициенты теплопередачи ограждений приняты по табл. 3.

Расчетная температура воздуха в лестничной клетке $t_{\text{в}} = 16^\circ\text{C}$ (прил. 8), температура наружного воздуха $t_{\text{н}} = -26^\circ\text{C}$ (прил. 1).

Теплопотери через ограждающие конструкции рассчитаны по формуле (2.2). Результаты расчетов сведены в табл. 4.

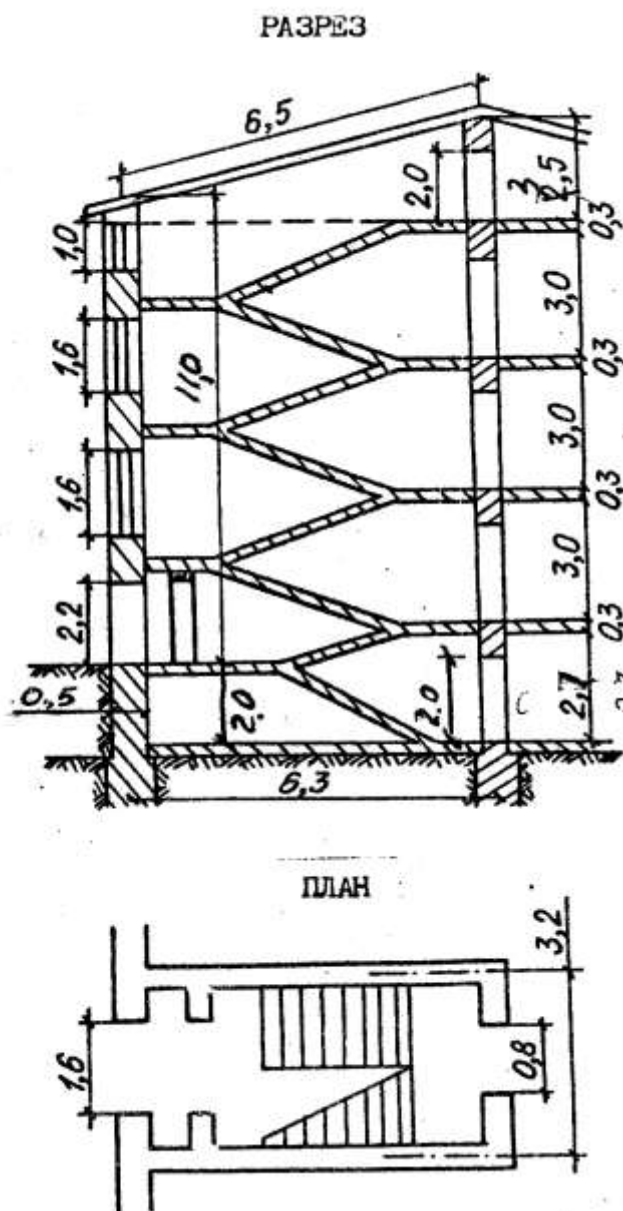


Рис. 5

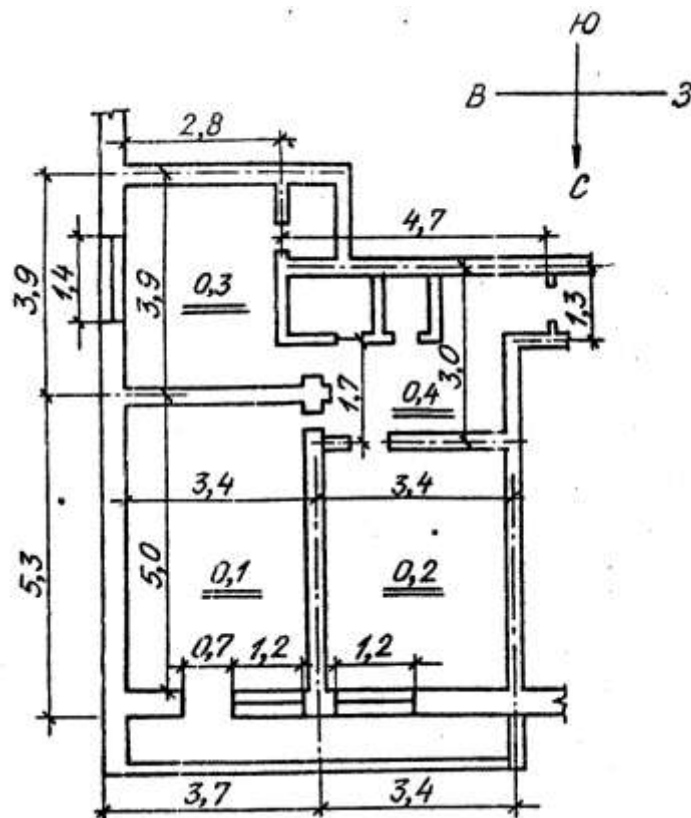


Рис 6.

Таблица 3

Наименование ограждения	Сопротивление теплопередаче $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$			Коэффициент теплопередачи $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
	$R_{0}^{\text{пр}}$	$R^{\text{пр}}_{\text{ГСОП}}$	R_0	$K=1/R_0$
Наружная стена	1,8	3,00	3,38	0,30
Бесчердачное покрытие	—	4,50	4,50	0,22
Чердачное перекрытие	—	4,00	4,00	0,25
Перекрытие над неотапл. подвалом	—	4,00	4,00	0,25
Внутр. стены в подвале	—	—	0,78	1,28
Внутр. стены на чердаке	—	—	0,69	1,44
Окна и балконные двери	0,45	0,415	0,52	1,92
Наружные двери	0,838	—	0,838	1,20
Внутренние двери	—	—	0,34	2,90
Стены подвала и полы бетонные по грунту				
I – Зона	—	—	2,10	0,47
II – Зона	—	—	4,30	0,23
III – Зона	—	—	8,6	0,12
IV – Зона	—	—	14,2	0,07

Пример 2.2. Определить потери тепла за счет теплопередачи ограждениями помещений жилого здания. Размеры ограждений даны на чертежах разреза здания (см. рис. 5) и типового плана помещений (рис. 6).

Здание расположено в г. Орле.

Коэффициенты теплопередачи приняты по табл. 3.

На расчетную разность температур вводятся поправочные коэффициенты: для чердачного перекрытия с крышей стальной по разреженной обрешетке ($n = 0,9$) – прил. 7; для перекрытия над неотапливаемым подвалом без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли ($n = 0,6$) – прил. 7.

Температура угловых помещений $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$, средних – $t_{\text{в}} = 18^{\circ}\text{C}$, кухонь – $t_{\text{в}} = 15^{\circ}\text{C}$. Расчетная температура наружного воздуха $t_{\text{н}} = -26^{\circ}\text{C}$.

Таблица 4

Расчет теплопотерь через ограждения лестничной клетки

№ помещения	Наименование помещения и его температура	Характеристика ограждения					Основные теплопотери, Вт.	Добавочные теплопотери		Коэф - фициент $1+\sum\beta$	Теплопотери через ограждение, Вт
		Наименование, ориентация	Размер, м	Площадь, м ²	К Вт/м ² °С	($t_{в}-t_{н}$)*п, °С		На ориентацию	прочие		
А	Лестничная клетка $t_{в}=16\text{ }^{\circ}\text{C}$	*Н.С. – С.	3.2*11.0 – 2.2*1.6	35.2-3.5	0.3	42	400	0.10	0	1.1	440
		Т.О. – С.	(1.6*1.2)*2+ (1.0*1.2)	5.0	1.92-0.3	42	340	0.10	0	1.1	375
		Н.Д. – С.	2.2*1.6	3.5	1.2	42	175	0.10	0.27*12= 3.24	4.34	760
		В.С. – под.	(6.3*2+32)* * 2.7	42.7	1.28	42*0.6	1385	—	—	—	1385
		В.Д. – под.	0.8*2	1.6	2.9-1.28	42*0.6	65	—	—	—	65
		В.С. – чер.	(6.3*1.75)*2 + (3.2*3.5)	33.0	1.44	42*0.9	1800	—	—	—	1800
		В.Д. – чер.	0.8*2	1.6	2.9-1.44	42*0.9	90	—	—	—	90
		Пт.	6.5*3.2	20.8	0.22	42	190	—	—	—	190
		Пл. – Из.	3.2*2	6.4	0.47	42	125	—	—	—	125
		Пл. – Пз.	3.2*2	6.4	0.23	42	60	—	—	—	60
		Пл. – Пш.	3.2*2	6.4	0.12	42	30	—	—	—	30
		Пл. – Пз.	3.2*2.3	7.4	0.07	42	20	—	—	—	20

Σ 5340

* В табл. 2.2 и далее приняты сокращенные обозначения:

Н.С. - наружная стена; Д.О. – двойное остекление; Н.Д. – наружная дверь; В.С. – внутренняя стена;

Т.О. – тройное остекление; В.Д. – внутренняя дверь; Пт. – потолок; Пл. – пол.

Теплопотери коридора прибавляются к теплопотерям смежных помещений.
Для вертикальных ограждений, ориентированных на север и восток, учтены добавочные теплопотери в размере 0,1 от основных.
Результаты расчета сведены в табл. 5.

Приложения

Приложение 1

Расчетные климатические характеристики отопительного периода

№ варианта	город	Температура, °С			Продолжительность отопительного периода, сут.	Расчетная скорость ветра в январе, м/с	Влажностная зона.* Относительная влажность
		Наиболее холодной пятидневки	Средняя отопительного периода	Средняя января			
1	Брянск	-26	-2,3	-8,5	205	6,0	Н. 84
2	Владимир	-28	-3,5	-11,4	213	3,4	Н. 83
3	Иваново	-30	-3,9	-11,8	219	3,6	Н. 85
4	Тверь	-29	-3,7	-10,4	219	3,2	Н. 85
5	Калуга	-27	-2,9	-10,0	210	3,2	Н. 83
6	Санкт – Петербург	-26	-1,8	-7,9	220	3,0	В. 82
7	Минск	-24	-1,6	-6,9	202	3,7	Н. 86
8	Москва	-28	-3,1	-10,2	214	4,9	Н. 84
9	Новгород	-31	-2,6	-8,6	215	5,0	Н. 84
10	Орел	-26	-3,6	-10,2	213	5,0	Н. 83
11	Псков	-26	-1,6	-8,2	212	3,9	Н. 86
12	Рязань	-27	-3,5	-11,1	208	3,0	Н. 83
13	Саратов	-27	-4,6	-11,9	196	5,6	С. 87
14	Смоленск	-26	-2,4	-8,6	215	5,2	Н. 86
15	Ярославль	-31	-4,0	-11,6	221	5,5	Н. 83

С. – сухая; Н. – нормальная; В. – влажная

Приложение 2

Влажностный режим помещений зданий и сооружений

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре °С		
	До 12	Свыше 12 до 24	Свыше 24
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60	Св. 40 до 50
Влажный	Св. 75	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60
Мокрый	--	Св. 75	Св. 60

Приложение 3

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности

Влажностный режим помещений	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности (по прил. 1)		
	Сухая	Нормальная	Влажная
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Приложение 4

Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетное массовое отношение влаги в материале		Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по прил. 3)				
	Плотность (объемный вес) γ_0 , кг/м ³	Удельная теплоемкость c_0 , кДж/(кг. °С)	Коэффициент теплопроводности λ_0 , Вт/(м. °С)	Весовая влажность материала конструкции (при условиях эксплуатации по прил. 3) ω , %		Теплопровод λ , Вт/(м. °С)		Теплоусвоения (при периоде 24 ч) S, Вт/(м ² . °С)		Паропроницаемости μ , мг/(м.ч.Па) г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Железобетон	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,8	0,03
Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитобетон	1600	0,84	0,58	5	10	0,67	0,79	9,06	10,77	0,091
	1400	0,84	0,47	5	10	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098
То же	1200	0,84	0,36	5	10	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
То же	1000	0,84	0,27	5	10	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
То же	800	0,84	0,21	5	10	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
Аглоперитобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1200	0,84	0,35	5	8	0,48	0,54	6,64	7,45	0,11
Вермикулитобетон	800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	
То же	600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
Гозо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	600	0,84	0,14	8	12	0,22	0,26	3,36	3,91	0,17
То же	400	0,84	0,11	8	12	0,14	0,15	2,19	2,42	0,23
То же	300	0,84	0,08	8	12	0,11	0,13	1,68	1,95	0,26
Цементно-песчаный раствор	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,60	11,09	0,09
Известково-песчаный раствор	1600	0,84	0,47	2	4	0,70	0,81	8,69	9,76	0,12
Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075

Продолжение приложения 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кирпичная кладка из сплошного кирпича										
Глиняного обыкновенного (ГОСТ 530-71*) на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,56	1	2	0,70	0,81	9,20	10,12	0,11
	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	0,64	9,70	0,12
	1600	0,88	0,47	2	4	0,58	0,70	8,08	9,23	0,15
Силикатного (ГОСТ 379-79) на ц/п р-ре	1800	0,88	0,56	2	4	0,76	0,87	9,77	10,90	0,11
Трепельного (ГОСТ 648-73) на ц/п р-ре	1200	0,88	0,35	2	4	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
То же	1000	0,88	0,29	2	4	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23
Кирпичная кладка из кирпича керамического и силикатного пустотного										
Керамического пустотного плотностью 1300 брутто на ц/п р	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
	1600	0,88	0,48	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
Дерево изделия из него и других природных органических материалов										
Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462-71*. 2695-71*)	700	2,30	0,10	10	15	0,18	0,23	5,00	5,86	0,05
Плиты фибролитовые (ГОСТ 8828-70) и ар-болит (ГОСТ 19222-73) на портландцементе	600	2,30	0,12	10	15	0,18	0,23	4,63	5,43	0,11
Теплоизоляционные материалы										
Плиты мягкие, полужесткие и жесткие Минераловатные на синтетическом и битумном связующем ГОСТ 9573-72* ГОСТ 10140-71* ГОСТ 12394-66	350	0,84	0,091	2	5	0,09	0,11	1,46	1,72	1,38
	300	0,84	0,084	2	5	0,087	0,09	1,32	1,44	0,41
	200	0,84	0,070	2	5	0,076	0,08	1,01	1,11	0,49
	100	0,84	0,056	2	5	0,06	0,07	0,64	0,73	0,56
	50	0,84	0,048	2	5	0,052	0,06	0,042	0,048	0,60
Пенополистирол (ТУ 6-05-11-78-78)	150	1,34	0,05	1	5	0,052	0,06	0,89	0,99	0,05
Пенопласт ПХВ-I (ТУ 6-05-1179-75) и ПВ-I (ТУ-6-05-1158-78)	125	1,26	0,052	2	10	0,06	0,064	0,86	0,99	0,23

Окончание приложения 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Щебень из доменного шлака (ГОСТ 5578-76), шлаковой пемзы (ГОСТ 9760-75) и аглопорита (ГОСТ 11991-76)	600	0,84	0,15	2	3	0,18	0,21	2,70	2,98	0,23
То же	400	0,84	0,122	2	3	0,14	0,26	1,94	2,12	0,24
Рубероид (ГОСТ 10923-76), пергамин (ГОСТ 2697-75), толь (ГОСТ 10999-76)	600	1,68	0,17	0	0	0,17	0,27	3,53	3,53	-
Плиты из резольфенолформальдегидного пенопласта (ГОСТ-20916-75)	100	1,68	0,047	5	20	0,052	0,076	0,85	1,18	0,15
То же	75	1,68	0,043	5	20	0,050	0,07	0,72	0,98	0,23
То же	50	1,68	0,041	5	20	0,050	0,064	0,59	0,77	0,23
То же	40	1,68	0,038	5	20	0,041	0,06	0,48	0,60	0,23
Вермикулит вспученный (ГОСТ 11991-76)	200	0,84	0,076	1	3	0,09	0,11	1,08	1,24	0,23
То же	100	0,84	0,065	1	3	0,076	0,08	0,70	0,75	0,30
Пеностекло или газостекло (ТУ БССР-73)	400	0,84	0,11	1	2	0,12	0,14	1,76	1,94	0,02
То же	200	0,84	0,07	1	2	0,08	0,09	1,01	1,10	0,03
Плиты минераловатные, фасадные	180	0,84	0,047	2	5	0,049	0,053			0,46
Базальтовая изоляция ТЕРМО ОАО «Термостепс – МТЛ»										
Стена (ПП – 60)	70	0,84	0,038	2	5	0,038	0,043			0,58
Фасад (ПСЖ – 150)	≥150	0,84	0,038	2	5	0,039	0,043			0,55
Пенополиуретан ООО «РИТМ – Л» (г. Самара)										
Изолан 105(2) слой:										
- средний	45-70	1,61	0,025	2	5	0,025	0,025			0,018
- наружный	45-70	1,61	0,025	2	5	0,027	0,027			0,0177

Приложение 5

Коэффициент теплообмена

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплообмена α_v , Вт/(м ² ·°C)
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между ребрами $h/a < 0,3$	8,7
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6

Примечание. Коэффициент теплоотдачи α_v внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с главой СНИП по проектированию животноводческих зданий и сооружений.

Приложение 6

Коэффициент теплообмена

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплообмена α_n , Вт/(м ² ·°C)
Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными без ограждающих стенок подпольями в Северной строительной климатической зоне	23
Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными с ограждающими стенками подпольями и холодными этажами в Северной строительной климатической зоне	17
Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	12
Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли и над не отливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

Приложение 7

Значения коэффициента n

Ограждающие конструкции	Коэффициент
Наружные стены и покрытия, перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными без ограждающих стенок подпольями в Северной строительной климатической зоне	1
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

Продолжение прил. 7

Ограждающие конструкции	Коэффициент
-------------------------	-------------

Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0.75
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли	0.6
Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0.4

Приложение 8

Расчетные температуры внутреннего воздуха

Помещения	Температура °С
<u>Жилые помещения :</u>	
Средние жилые комнаты	18(20 ^x)
Угловые жилые комнаты	20(22 ^x)
Кухни	18
Лестничные клетки	16
Ванная	25
Совмещенный санитарный узел	25
Уборная	16
Умывальная	18
Вестибюль, коридор	18
Кладовая в общежитии	16
Машинное помещение лифта, электрощитовая, мусороборочная камера	5
<u>Детские сады</u>	
Детские комнаты, комнаты для заболевших детей	20
Уборная	20
Умывальная	20
Горшочная	22
Раздевальная	18
Медицинская комната	22
<u>Магазины</u>	
Торговые залы в магазинах:	
- продовольственных	12
- не продовольственных	15
Разгрузочные помещения	10
Помещения для подготовки товаров	16
Приемочные	16
Демонстрационные залы	18
Гладильные	16
Разрубочные	10
Кладовые:	
-гастрономического, рыбного, молочного, фруктового, винного отделов	8
-другого назначения	16

^x -для зданий, расположенных в районах с расчетной наружной температурой для холодного периода года $t_n < -31^\circ$

Приложение 9

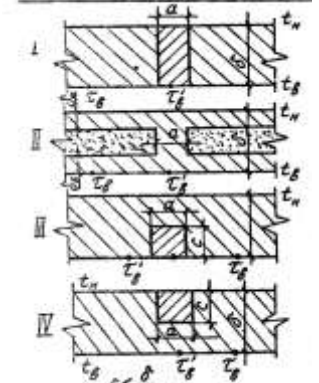
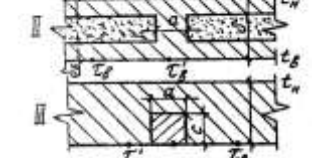
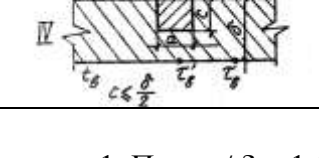
Нормируемый температурный перепад

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt° , °С, для		
	Наружных стен	Покровов и чердачных перекрытий	Перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0
2. Общественные, кроме указанных в п.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5
3. Производственные с сухим и нормальными режимами	$t_b - t_p^*$, но не более 7	$(t_b - t_p)0,8$, но не более 6	2,5
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимами	$t_b - t_p$	$(t_b - t_p)0,8$	2,5

* t_p -температура точки росы, °С, при расчетной температуре и относительной влажности внутреннего воздуха.

Приложение 10

Значение коэффициента η для расчета теплопроводных включений

Схема теплопроводных включений	Коэффициент η при α / δ								
	0.02	0.05	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5
	0.12	0.24	0.38	0.55	0.74	0.83	0.87	0.90	0.95
	0.07	0.15	0.26	0.42	0.62	0.73	0.81	0.85	0.94
	0.25	0.50	0.96	1.26	1.27	1.21	1.16	1.10	1.0
	0.04	0.10	0.17	0.32	0.50	0.62	0.71	0.77	0.89

Примечания: 1. При $\alpha / \delta > 1,5$, коэффициент η следует принимать $\eta = 1$.

2. Коэффициент η при промежуточных величинах α / δ допускается определять интерполяцией.

Упругость водяных паров и плотность воздуха при полном насыщении.

t, °C	$\frac{E, \text{Па}}{\text{мм рт.ст.}}$	$\frac{\gamma}{\rho} \frac{\text{Н/м}^3}{\text{кг/м}^3}$	t, °C	$\frac{E, \text{Па}}{\text{мм рт.ст.}}$	$\frac{\gamma}{\rho} \frac{\text{Н/м}^3}{\text{кг/м}^3}$	t, °C	$\frac{E, \text{Па}}{\text{мм рт.ст.}}$	$\frac{\gamma}{\rho} \frac{\text{Н/м}^3}{\text{кг/м}^3}$
-30	$\frac{61.360}{0.46}$	$\frac{14.53}{1.453}$	-6	$\frac{383.658}{3.16}$	$\frac{13.20}{1.320}$	+9	$\frac{1143.770}{8.574}$	$\frac{12.50}{1.250}$
-20	$\frac{123.660}{0.927}$	$\frac{13.95}{1.395}$	-5	$\frac{421.544}{3.16}$	$\frac{13.15}{1.315}$	+10	$\frac{1228.610}{9.21}$	$\frac{12.45}{1.245}$
-19	$\frac{134.467}{1.008}$	$\frac{13.90}{1.390}$	-4	$\frac{449.291}{3.368}$	$\frac{13.10}{1.310}$	+11	$\frac{1312.656}{9.84}$	$\frac{12.40}{1.240}$
-18	$\frac{145.406}{1.009}$	$\frac{13.85}{1.385}$	-3	$\frac{486.119}{3.644}$	$\frac{13.05}{1.305}$	+12	$\frac{1403.368}{10.52}$	$\frac{12.35}{1.235}$
-17	$\frac{156.078}{1.17}$	$\frac{13.80}{1.380}$	-2	$\frac{525.729}{8.941}$	$\frac{13.00}{1.300}$	+13	$\frac{1496.748}{11.22}$	$\frac{12.30}{1.230}$
-16	$\frac{166.750}{1.25}$	$\frac{13.75}{1.375}$	-1	$\frac{568.680}{4.263}$	$\frac{12.95}{1.295}$	+14	$\frac{1598.130}{11.98}$	$\frac{12.25}{1.225}$
-15	$\frac{186.760}{1.4}$	$\frac{13.70}{1.370}$	0	$\frac{610.97}{4.580}$	$\frac{12.90}{1.290}$	+15	$\frac{1706.186}{12.79}$	$\frac{12.20}{1.220}$
-14	$\frac{206.76}{1.549}$	$\frac{13.65}{1.365}$	+1	$\frac{656.000}{4.940}$	$\frac{12.87}{1.287}$	+16	$\frac{1818.240}{13.63}$	$\frac{12.23}{1.223}$
-13	$\frac{224.112}{1.68}$	$\frac{13.60}{1.360}$	+2	$\frac{706.000}{5.302}$	$\frac{12.85}{1.285}$	+17	$\frac{1938.302}{14.53}$	$\frac{12.15}{1.215}$
-12	$\frac{244.255}{1.831}$	$\frac{13.55}{1.355}$	+3	$\frac{758.649}{5.687}$	$\frac{12.80}{1.280}$	+18	$\frac{2065.03}{15.48}$	$\frac{12.13}{1.213}$
-11	$\frac{264.799}{1.985}$	$\frac{13.50}{1.350}$	+4	$\frac{813.34}{6.097}$	$\frac{12.75}{1.275}$	+19	$\frac{2198.43}{16.48}$	$\frac{12.10}{1.210}$
-10	$\frac{285.476}{2.14}$	$\frac{13.43}{1.343}$	+5	$\frac{871.636}{6.534}$	$\frac{12.70}{1.270}$	+20	$\frac{2338.50}{17.53}$	$\frac{12.05}{1.205}$
-9	$\frac{302.418}{2.267}$	$\frac{13.37}{1.337}$	+6	$\frac{933.53}{6.998}$	$\frac{12.65}{1.265}$	+30	$\frac{4224.788}{31.82}$	$\frac{11.65}{1.165}$
-8	$\frac{327.497}{2.455}$	$\frac{13.30}{1.330}$	+7	$\frac{999.43}{7.429}$	$\frac{12.60}{1.260}$			
-7	$\frac{354.577}{2.658}$	$\frac{13.25}{1.325}$	+8	$\frac{1069.468}{8.017}$	$\frac{12.55}{1.255}$			

Нормативная воздухопроницаемость ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции	Нормативная воздухопроницаемость $G^H, \text{кг/м}^2 \cdot \text{ч}$
Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений	0.5
Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1
Входные двери в квартиры	1.5
Окна и балконные двери жилых и общественных зданий, а также вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий с КВ	6.0

Двери, ворота и окна производственных зданий	8.0
--	-----

Примечание: Воздухопроницаемость стыков между панелями наружных стен жилых зданий должна быть не более 0.5 кг/м*ч.

Приложение 13

Сопротивление воздухопроницанию материалов и конструкций

Материалы и конструкции	Толщина слоя, мм	Сопротивление воздухопроницанию $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$
1	2	3
Бетон (сплошной без швов)	100	19620
Газосиликат (сплошной без швов)	140	21
Известняк – ракушечник	500	6
Картон строительный (без швов)	1.3	64
Кирпичная кладка		
Из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	18
Из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	120	2
Из сплошного кирпича на цементном – шлаковом растворе толщиной в 1 кирпич и более	250 и более	9
Из сплошного кирпича на цементном – шлаковом растворе в полкирпича	120	1
Из кирпича керамического пустотного на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	--	2
Кладка из легкобетонных камней на цементно-песчаном растворе	400	13
Кладка из легкобетонных камней на цементно-шлаковом растворе	400	1
Листы асбоцементные с заделкой швов	6	196
Обои бумажные обычные	--	20
Обшивка		
Из обрезных досок, соединенных впритык или в четверть	20 – 25	0,1
Из обрезных досок, соединенных в шпунт	20 – 25	1,5
Из досок двойная с прокладкой между обшивками строительной бумаги	50	98
Из фибролита или из древесноволокнистых бесцементных мягких плит с заделкой швов	15 – 70	2,5
Из фибролита или из древесноволокнистых бесцементных мягких плит без заделки швов	15 – 70	0,5

Продолжение приложения 13

1	2	3
Из жестких древесноволокнистых листов с заделкой швов	10	3,3
Из гипсовой сухой штукатурки с заделкой швов	10	20
Пенобетон		
Автоклавный (без швов)	100	1960
Неавтоклавный	100	196
Пенополистирол	50 – 100	79
Пеностекло сплошное (без швов)	120	Воздухонепроницаемое
Плиты минераловатные жесткие	50	2
Рубероид	1.5	Воздухонепроницаемое
Толь	1.5	490
Фанера клееная (без швов)	3 – 4	2940
Шлакобетон сплошной (без швов)	100	14
Штукатурка		
Цементно-песчаным раствором по каменной или кирпичной кладке	15	373
Известковая по каменной или кирпичной кладке	15	142
Известково-гипсовая по дереву (по драни)	20	17
Керамзитобетон плотностью, кг/м³		
900	250-400	13-17
1000	250-400	53-80
1100-1300	250-400	390-590
Шлакобетон плотностью 1500, кг/м³	250-400	0,3

Примечание. Для кладок из кирпича и камней с расшивкой швов на наружной поверхности приведенное в настоящем приложении сопротивление воздухопроницанию следует увеличивать на 20 м²*ч*Па/кг.

Приложение 14

Теплотехнические характеристики заполнений световых проемов

Заполнение светового проема	Количество уплотненных при-творов	Сопротивление теплопередаче $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$	Сопротивление воздухопроницанию $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ ($\Delta p = 10 \text{ Па}$) с уплотнителем		
			пенополи-уретаном	губчатой резиной	шерстя-ным шнуром
1	2	3	4	5	6
Одинарное остекление					
в деревянных переплетах	1	0,17	0,26	0,16	0,12
в металлических пере-плетах	1	0,15	0,21	0,13	0,10
Двойное остекление					
в деревянных спаренных переплетах	1	0,34(0,28)	0,26	0,16	0,12
в металлических спарен-ных переплетах	1	0,31(0,25)	0,21	0,13	0,10
в деревянных раздель-ных переплетах	1	0,38(0,32)	0,29	0,18	0,13
в металлических раз-дельных переплетах	1	0,34(0,29)	0,23	0,14	0,10
	2	0,34(0,29)	0,30	0,21	0,14
витрин в металлических раздельных переплетах	1	0,31	0,23	0,14	0,10
	2	0,31	0,30	0,21	0,14
Тройное остекление в деревянных переплетах	1	0,52	0,30	0,18	0,14
	2		0,44	0,26	0,20
	3		0,56	0,37	0,27
Трехслойные стеклопа-кеты с покрытием сред-него стекла и заполнени-ем аргоном межсте-кольного пространства.	1	0,86	0,24	0,14	0,11
	2		0,35	0,21	0,16
	3		0,40	0,30	0,22
Двойное остекление в металлических пере-плетах	1	0,48	0,24	0,14	0,11
	2		0,35	0,21	0,16
	3		0,40	0,30	0,22

Примечание: 1. Сопротивление воздухопроницанию балконных дверей следует принимать с ко-эффициентом 0.8.

2. В скобках даны значения сопротивления теплопередаче для кирпичных зданий.

Приложение 15

Сопротивление паропрооницанию листовых материалов и тонких слоев пароизоляции

Материал	Толщина слоя, мм	Сопротивление паро- проницанию, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{мг}}$ $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{мм рт. ст}}{\text{г}}$
1	2	3
Картон обыкновенный	1.3	$\frac{0.016}{0.12}$
Листы асбоцементные	6	$\frac{0.3}{2.0}$
Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	10	$\frac{0.12}{0.90}$
Листы древесно-волоконистые жесткие	10	$\frac{0.11}{0.8}$
Листы древесно-волоконистые мягкие	12.5	$\frac{0.05}{0.4}$
Окраска горячим битумом за один раз	2	$\frac{0.3}{2.0}$
Окраска горячим битумом за два раза	4	$\frac{0.48}{3.6}$
Окраска масляная за два раза с предваритель- ной шпатлевкой и грунтовкой	-	$\frac{0.64}{4.8}$
Окраска эмалевой краской	-	$\frac{0.48}{3.6}$
Покрытие изольной мастикой за один раз	2	$\frac{0.6}{4.5}$
Покрытие битумно-кукерсольной мастикой за 1 раз	1	$\frac{0.64}{4.8}$
Покрытие битумно-кукерсольной мастикой за два раза	2	$\frac{1.1}{8.1}$
Пергамин кровельный	0.4	$\frac{0.33}{2.5}$
Полиэтиленовая пленка	0.16	$\frac{7.3}{55}$
Рубероид	1.5	$\frac{1.1}{8.3}$
Толь кровельный	1.9	$\frac{0.4}{3.0}$
Фанера клееная трехслойная	3	$\frac{0.15}{1.1}$

Приложение 16

Теплотехнические характеристики наружных и внутренних дверей

Конструкция заполнения проемов	R, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ ($\text{°C} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{ч} / \text{ккал}$)	Значения K для расчета теп- лопотерь в зданиях $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$ ($\text{ккал} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{ч})$)
-----------------------------------	---	---

		Крупнопанель- ных	кирпичных
Наружные деревянные двери и ворота одинарные	0,21 (0,25)	4,6 (4,0)	4,6 (4,0)
То же, двойные	0,43 (0,5)	2,3 (2,0)	2,3 (2,0)
То же, тройные	0,66 (0,77)	1,5 (1,3)	1,5 (1,3)
Двери стеклянные одинарные	0,15 (0,18)	6,4 (5,5)	6,4 (5,5)
То же, двойные	0,27 (0,31)	3,7 (3,2)	3,7 (3,2)
Внутренние двери одинарные	0,34 (0,4)	2,9 (2,5)	2,9 (2,5)

Примечание: Значения коэффициентов теплопередачи приведены для дверей в деревянных переплетах и коробках. При применении металлических и железобетонных переплетов и коробок указанные величины следует увеличить на 10%.

Приложение 17

Сопротивление теплопередаче конструкции полов.

Полы	Сопротивление теплопередаче полов R , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}/\text{ккал}$)	
	неутепленных R_n	утепленных R_y
Непосредственно на грунте:		
– неутепленные независимо от толщины, состоящие из нескольких слоев материалов, коэффициент теплопроводности каждого из которых $\lambda < 1,2$ ($\text{Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$)/ ($1 \text{ ккал}/\text{м} \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$) для зон:		
1.....	2,1 (2,5)	
2.....	4,3 (5)	
3.....	8,6 (10)	
4.....	14,2 (16,5)	
– утепленные, состоящие из нескольких слоев материалов, причем коэффициент теплопроводности утепляющего слоя толщиной δ в м $\lambda < 1,2 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$ / ($1 \text{ ккал}/\text{м} \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$)		$R_y = R_n + \delta/\lambda$
На лагах		$R_\lambda = 1,18 \cdot (R_n + \delta/\lambda)$
Над проветриваемыми подпольями		Определяется расчетом

Приложение 18

Требуемое сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей.

Здания и помещения	Разность температуры внутреннего воздуха и средней температуры наиболее холодной	Требуемое сопротивление теплопередаче R_o^{TP} окон и балконных дверей
--------------------	--	--

	пятидневки, °С	$\frac{m^{2*o}C/Bt}{m^{2*ч*o}C/ккал}$
Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-клинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов), детских домов и детских приемников-распределителей	До 25	$\frac{0,18}{0,21}$
	Св. 25 до 44	$\frac{0,39}{0,45}$
	Св. 44 до 49	$\frac{0,42}{0,49}$
	Св. 49	$\frac{0,53}{0,62}$
Общественные здания, кроме указанных в п.1, и вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	До 30	$\frac{0,15}{0,18}$
	Св. 30 до 49	$\frac{0,31}{0,36}$
	Св. 49	$\frac{0,48}{0,56}$

Приложение 19

Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек

Толщина воз- душной прослой- ки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, R _{вп} , м ² *°C/Вт, горизонтальной при потоке тепла м ² *ч*°C/ккал			
	снизу вверх и вертикальной		сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	Отрицательной
0,01	<u>0,13</u>	<u>0,15</u>	<u>0,14</u>	<u>0,15</u>
	0,15	0,17	0,16	0,18
0,02	<u>0,14</u>	<u>0,15</u>	<u>0,15</u>	<u>0,19</u>
	0,16	0,18	0,18	0,22
0,03	<u>0,14</u>	<u>0,16</u>	<u>0,16</u>	<u>0,21</u>
	0,16	0,19	0,19	0,24
0,05	<u>0,14</u>	<u>0,17</u>	<u>0,17</u>	<u>0,22</u>
	0,16	0,20	0,20	0,26
0,1	<u>0,15</u>	<u>0,18</u>	<u>0,18</u>	<u>0,23</u>
	0,17	0,21	0,21	0,27
0,15	<u>0,15</u>	<u>0,18</u>	<u>0,19</u>	<u>0,24</u>
	0,18	0,21	0,22	0,28
0,2+0,3	<u>0,15</u>	<u>0,19</u>	<u>0,19</u>	<u>0,24</u>
	0,18	0,22	0,22	0,28

Примечание: Значения коэффициентов теплопередачи приведены для дверей в деревянных переплетах и коробках. При применении металлических и железобетонных переплетов и коробок указанные величины следует увеличить на 10%.

Приложение 20

Величины добавочных потерь тепла

Помещения, здания и сооружения	Виды ограждающих конструкций	Добавочные потери тепла к основным
--------------------------------	------------------------------	------------------------------------

1. Помещения в зданиях и сооружениях любого назначения	Наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и светопроемы, обращенные: - на север, восток, северо-восток и северо-запад - на юго-восток и запад	0,10 0,05
2. Общественные здания, вспомогательные помещения производственных зданий и сооружений (при наличии двух наружных стен и более)	Наружные стены, двери и окна	0,05
Здания и сооружения любого назначения	Наружные двери, не оборудованные воздушными и воздушно-тепловыми завесами при высоте здания H_2 м: - тройные с двумя тамбурами между ними - двойные с тамбуром между ними - одинарные	0,2 H 0,27 H 0,22 H

Примечания: 1. В жилых, общественных и вспомогательных зданиях для помещений высотой более 4 м расчетное значение потерь тепла всех ограждающих конструкций с включением добавочных потерь тепла (без учета на инфильтрацию) надлежит увеличивать на 0,02 на каждый метр высоты сверх 4 м, но не более, чем на 0,15. При расчете потерь ограждающих конструкций лестничных клеток эти потери тепла не следует учитывать.

2. При разработке типовых проектов добавочные потери тепла, предусмотренные поз. 1 настоящего приложения, следует принимать в размере 0,08.

3. Добавочные потери тепла через наружные двери, определяемые по поз. 3 настоящей таблицы, не следует учитывать, если двери являются летними или запасными.

3. Расчетный воздухообмен в квартирах жилого здания

Основные положения вентиляции жилых зданий (квартирных домов)

В жилых зданиях, как правило, предусматривается вытяжная вентиляция с естественным побуждением движения воздуха. Воздух удаляется из кухни, ванной комнаты, уборной, совмещенного санузла. Компенсация удаляемого воздуха предусматривается за счет поступления наружного воздуха через неплотности наружных ограждений. При температуре наружного воздуха $<5^{\circ}\text{C}$ вентиляция с естественным побуждением движения воздуха работает за счет действия гравитационных сил и воздействия ветра, а при температуре наружного воздуха $>5^{\circ}\text{C}$ только за счет воздействия ветра.

Расчет требуемого количества удаляемого воздуха из квартир (расчет воздухообмена)

Воздухообмен рассчитывается для каждой типовой квартиры.

Расчетный воздухообмен в квартирах жилых зданий определяется по формуле:

$$L_{\text{д}} = \max(L_{\text{жк}}, \sum L_{\text{в у с с у}}), \text{ м}^3/\text{ч}$$

$\max()$ - выбирается наибольшая из величин, заключенных в скобках;

$L_{\text{жк}}$ - суммарный воздухообмен в жилых комнатах определяется по формуле:

$$L_{\text{жк}} = 3 \cdot \sum A_{\text{ж}} , \text{ м}^3/\text{ч}$$

$A_{\text{ж}}$ - площадь пола жилой комнаты, м^2 ;

$\sum L_{\text{в у с с у}}$ - суммарный воздухообмен в кухнях, ванных комнатах, уборных и совмещенных санузлах определяется в соответствии с требованиями (**Приложение 1**).

Результаты расчета воздухообмена заносятся в таблицу (**Приложение 2**).

Пример I.1. Расчет воздухообмена в жилом здании. В здании три типа квартир. Из них две квартиры с газовыми плитами и одна с электроплитой

Таблица I.1. Расчетный воздухообмен в квартирах жилого здания

№ квар- тиры	№ ком- наты	Назначение помещения	$A_{\text{ж}}$, м^2	$\sum A_{\text{ж}}$, м^2	Воздухообмен			
					$\sum L_{\text{жк}}$, $\text{м}^3/\text{час}$	$L_{\text{к}}, L_{\text{в}}, L_{\text{у}}, L_{\text{ссу}}$, $\text{м}^3/\text{час}$	$\sum L_{\text{к в у с с у}}$, $\text{м}^3/\text{час}$	$L_{\text{р}}$, $\text{м}^3/\text{час}$
I	01	Жилая комната	18	34	102		125	125
	02	Жилая комната	16					
	03	Кухня (газ, плита 3конф.)				75		
	04	Ванная комната				25		
	05	Уборная				25		
II	06	Жилая комната	19	51	153		140	153
	07	Жилая комната	14					
	22	Жилая комната	18					
	19	Кухня (газ. плита 4конф.)				90		
	20	Ванная комната				25		
	21	Уборная				25		
III	23	Жилая комната	18	46	138		110	138
	24	Жилая комната	14					
	28	Жилая комната	14					
	25	Кухня (Эл. плита)				60		
	26	Ванная комната				25		
	27	Уборная				25		

Приложение 1. Нормы воздухообмена (СНиП 2.08.01-89)

Помещение	Норма воздухо- обмена, $\text{м}^3/\text{час}$
Жилые комнаты	3 $\text{м}^3/\text{час}$ на 1 м^2 пола жилых поме- щений
Кухни квартир:	
с электроплитами	60
с газовыми плитами	
2 конфорочные (1 ком. квартиры)	60
3 конфорочные (2 ком. квартиры)	75

4 конфорочные (3, 4 ком. квартиры)	90
Ванная	25
Уборная	25
Совмещенный санузел	50

Приложение 2. Таблица расчетного воздухообмена в квартирах жилого здания

№ квар тиры	№ ком- наты	Назначение помещения	A_i , m^2	$\sum A_i$, m^2	Воздухообмен			
					$L_{\text{æê}}$, $m^3/\text{час}$	L_k, L_b, L_y , $L_{\text{ccy}}, m^3/\text{час}$	$\sum L_{k \text{ в } y \text{ ccy}}$, $m^3/\text{час}$	L_p , $m^3/\text{час}$

A_i - площадь пола жилой комнаты, m^2 ;

$L_{\text{æê}}$ - суммарный воздухообмен в жилых комнатах, $m^3/\text{ч}$;

$L_k, L_b, L_y, L_{\text{ccy}}$ - воздухообмен в кухнях, ваннах, уборных и совмещенных санузлах, $m^3/\text{час}$

L_p - расчетный воздухообмен в квартирах жилых зданий, $m^3/\text{ч}$.