

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполнен в соответствии с требованиями ДБН В.2.6-31:2006 "Теплова ізоляція будівель", СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование", СНиП 2.01.01-82 "Строительная климатология и геофизика"

## 1. Исходные данные

Наименование объекта:

Санитарная установка ОблЭНЦ в г. Днепропетровске

Город (область)

Днепропетровская

Назначение здания (помещения)

Бытовое

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение	Значение	Единица измерения	Источник
1	Температура наружного воздуха (средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92)	$t_n$	-23	°С	СНиП 2.01.01-82
3	Средняя температура отопительного периода (средняя температура меньше 8 °С)	$t_{от.п.}$	-1	°С	СНиП 2.01.01-82
4	Продолжительность отопительного периода (средняя температура меньше 8 °С)	$Z_{от.п.}$	175	суток	СНиП 2.01.01-82
5	Температурная зона строительства		II		ДБН В.2.6-31:2006 прил. В
6	Градусо-сутки отопительного периода	Dd	3250	°С • сут	ДБН В.2.6-31:2006 прил. Н
7	Назначение здания		Бытовое		
8	Количество этажей		1		
9	Площадь здания		62,74	м <sup>2</sup>	
10	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которых составляет 16% и более (но не менее 1 м/с)	$v$	3,9	м/с	СНиП 2.01.01-82

Параметры наружного воздуха

Скорость и повторяемость ветра

Месяц	Средняя температура наружного воздуха, °С	Упругость пара наружного воздуха, гПа	Румбы	Январь		Июль	
				Повторяемость	Скорость	Повторяемость	Скорость
			С	9	4,8	17	3,9
Январь	-5,4	4,2	СВ	13	4,9	9	3,5
Февраль	-4,8	4,2	В	10	4,4	6	2,8
Март	0,4	5,2	ЮВ	15	4,3	5	2,5
Апрель	9	7,4	Ю	15	4,3	9	2,8
Май	16,4	10,4	ЮЗ	13	4,2	8	3,2
Июнь	19,8	14	З	9	4,4	15	3,1
Июль	22,3	15,5	СЗ	16	4,3	31	3,8
Август	21,3	14,6	Штиль	12		21	
Сентябрь	15,7	11,3	Максим.		5,5		0
Октябрь	8,8	8,4					
Ноябрь	2	6,6					
Декабрь	-3,1	5					

## 2. Теплотехнические показатели элементов теплоизоляционной оболочки

### 2.1. Наружная стена

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение	Значение	Единица измерения	Источник
2	Температура внутреннего воздуха	$t_{в}$	20	°С	
3	Влажность внутреннего воздуха	$\varphi_{в}$	55	%	ДБН В.2.2-31:2005 табл.Г2
4	Влажностный режим помещения		Нормальный		ДБН В.2.6-31:2006 табл. Г1
5	Условия эксплуатации ограждающих конструкций		Б		ДБН В.2.6-31:2006 прил. К
6	Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции	$\alpha_{в}$	8,7	Вт/(м <sup>2</sup> •°С)	ДБН В.2.6-31:2006 прил. Е
7	Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции	$\alpha_{н}$	23	Вт/(м <sup>2</sup> •°С)	ДБН В.2.6-31:2006 прил. Е
8	Теплотехническая однородность ограждающей конструкции	Однородная			
9	Нормируемый температурный перепад	$\Delta t_{кр}$	7	°С	ДБН В.2.6-31:2006 табл. 3

Слои ограждающей конструкции

№ п/п	Материал	Плотность $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Толщина $\delta$ , мм	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ (м <sup>2</sup> •°С)/Вт	Коэффициент теплоусвоения $s$ , Вт/(м <sup>2</sup> •°С)	Тепловая инерция D
1	Гипсокартон	800	12,5	0,19	3,34	0,22
2	Клей	400	7,5	0,03	2,03	0,51
3	Кладка кирпичная	1800	510	0,76	9,77	6,56
4	Штукатурка	1600	20	0,7	8,69	0,25

Термическое сопротивление однородной ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_0 = 1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_{н} =$$

$$= 1/8,7 + 0,0125 / 0,19 + 0,0075 / 0,03 + 0,51 / 0,76 + 0,02 / 0,7 + 1/23 = 1,174 \text{ м}^2\cdot\text{°С}/\text{Вт}$$

Минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче стены для данной температурной зоны строительства и данного назначения здания  $R_q \text{ min}$  в соответствии с таблицей 1 ДБН В.2.6-31:2006 составляет 2,5 м<sup>2</sup>•°С/Вт

Минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче перекрытия для данной температурной зоны строительства и данного назначения здания  $R_q \text{ min}$  в соответствии с таблицей 1 ДБН В.2.6-31:2006 составляет 4,5 м<sup>2</sup>•°С/Вт

Минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче дверей, ворот для данной температурной зоны строительства и данного назначения здания  $R_q \text{ min}$  в соответствии с таблицей 1 ДБН В.2.6-31:2006 составляет 0,41 м<sup>2</sup>•°С/Вт

Минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче окон для данной температурной зоны строительства и данного назначения здания  $R_q \text{ min}$  в соответствии с таблицей 1 ДБН В.2.6-31:2006 составляет 0,56 м<sup>2</sup>•°С/Вт

Максимальная упругость водяных паров при  $t_{в} = 20 \text{ °С}$  составит 2338 Па

Фактическая упругость водяных паров  $e = E \cdot \varphi = 2338 \cdot 55 / 100 \% = 1285,9 \text{ Па}$

При этой упругости воздух будет полностью насыщен влагой при температуре  $t_r = 12,5 \text{ °С}$  (точка росы).

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$t_{в'} = t_{в} - (t_{в} - t_{н}) / (R_0 \cdot \alpha_{в}) = 20 - (20 - (-23)) / (1,174 \cdot 8,7) = 15,789 \text{ °С}$$

Таким образом:

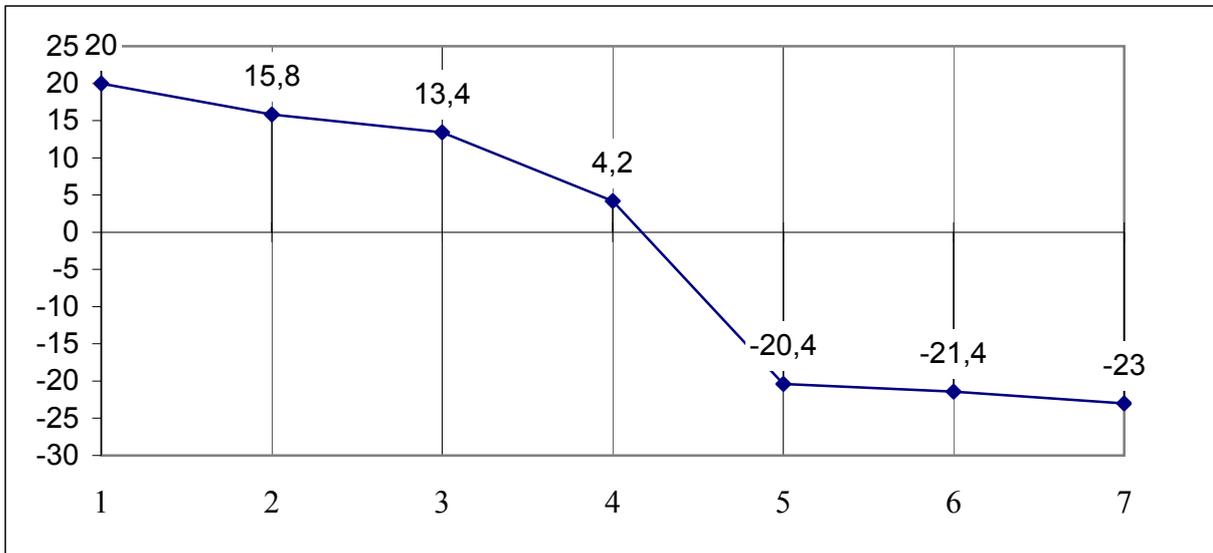
Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции  $R_0 = 1,174 \text{ м}^2\cdot\text{°С}/\text{Вт}$  меньше минимально допустимого значения сопротивления теплопередаче  $R_q \text{ min} = 2,5 \text{ м}^2\cdot\text{°С}/\text{Вт}$ . Условие (1) п. 2.1 ДБН В.2.6-31-2006 не выполняется.

Температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции  $\Delta t = t_{в} - t_{вн} = 20 - 15,8 = 4,2$  °С меньше минимально допустимого значения  $\Delta t_{кр} = 7$  °С. Условие (2) п. 2.1 ДБН В.2.6-31-2006 выполняется.

Минимальное значение температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции (в зонах теплопроводных включений)  $t_{min} = 15,8$  °С больше температуры точки росы  $t_r = 12,5$  °С. Условие (3) п. 2.1 ДБН В.2.6-31-2006 выполняется.

## ЛОЖЬ

Температура на границе слоев ограждающей конструкции



Площадь стен  $F_{ст} = 93.164$  м<sup>2</sup>, приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{ст} = 1.174$  м<sup>2</sup>•°С/Вт

Площадь стен  $F_{ст} = 20.793$  м<sup>2</sup>, приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{ст} = 0.832$  м<sup>2</sup>•°С/Вт

Площадь цокольных перекрытий (полов) 1 зона составляет  $F_{сп} = 89.06$  м<sup>2</sup>, приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{сп} = 2.1$  м<sup>2</sup>•°С/Вт

Площадь цокольных перекрытий (полов) 2 зона составляет  $F_{сп} = 19.43$  м<sup>2</sup>, приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{сп} = 4.3$  м<sup>2</sup>•°С/Вт

Площадь цокольных перекрытий (полов) 4 зона составляет  $F_{сп} = 8.319$  м<sup>2</sup>, приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{сп} = 0.42$  м<sup>2</sup>•°С/Вт

Площадь наружных дверей составляет  $F_{д} = 7.56$  м<sup>2</sup>, приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{д} = 0.6$

Площадь перекрытий составляет  $F_{д} = 92.47$  м<sup>2</sup>, приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{д} = 3.75$  м<sup>2</sup>•°С/Вт

Внутренняя общая площадь ограждающих конструкций здания составляет  $F_{\Sigma} = 310$  м<sup>2</sup>

Приведенный коэффициент теплопередачи теплоизоляционной оболочки здания определяется по формуле  $k_{\Sigma пр} = \xi \cdot \Sigma (F_i / R_i) / F_{\Sigma} = 0.759$

Отапливаемый объем здания составляет  $V_h = 160$  м<sup>3</sup>

Средняя плотность воздуха, поступающего в помещения за счет вентиляции и инфильтрации, кг/м<sup>3</sup>, определяется по формуле:

$$\gamma_3 = 353 / (273 + 0,5 \cdot (t_{в} + t_{от.п.})) = 353 / (273 + 0,5 \cdot (55 + -20)) = 1,215 \text{ кг/м}^3$$

Коэффициент влияния встречного теплового потока в ограждающих конструкциях для одностворчатых окон и балконных дверей  $\eta = 1$

Средняя кратность воздухообмена здания  $n_{об}$  определяется как средневзвешенная кратность воздухообмена помещений, определенная согласно таб. 4 ДБН В.2.2-15:2005. Для данного здания  $n_{об} = 2$

Условный коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций здания, Вт/(м<sup>2</sup> • К), учитывающий теплотери от инфильтрации и вентиляции, определяется по формуле:

$$k_{инф} = \chi_2 \cdot c \cdot n_{об} \cdot \nu_v \cdot V_h \cdot \gamma_3 \cdot \eta / F_{\Sigma} = 0,278 \cdot 1 \cdot 0,1 \cdot 0,85 \cdot 160 \cdot 1,215 \cdot 1 / 310 = 0,296$$

Общий коэффициент теплопередачи теплоизолирующей оболочки здания, Вт/(м<sup>2</sup> · К), определяется по формуле:

$$K_{зд} = k_{\Sigma пр} + k_{инф} = 0.759 + 0.296 = 1.056$$

Общие теплопотери здания через ограждающие конструкции, кВт · час, определяются по формуле:

$$Q_k = \chi_1 \cdot K_{зд} \cdot D_d \cdot F_{\Sigma} = 0,024 \cdot 1.056 \cdot \Pi \cdot 310 = 25530.217 \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

Производственные тепlopоступления примерно равны установочной мощности работающего в здании технологического оборудования и составляют около  $Q_{вн.п} = 2000 \text{ Вт}$

Коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций аккумулировать или отдавать тепло при периодическом тепловом режиме, принимается  $\nu = 1$

Коэффициент авторегулирования подачи тепла в системе отопления, принимается в соответствии с п. Н.2 приложения Н к ДБН В.2.6-31-2006:  $\zeta = 1$

Коэффициент учета дополнительного тепlopотребления системой отопления, связанного с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов и дополнительных тепlopотерь через радиаторные участки ограждающих конструкций, принимается в соответствии с п. Н.2 приложения Н к ДБН В.2.6-31-2006:  $\beta_h = 1,13$

Тепловые поступления  $Q_s$  через окна от солнечной радиации определяем в таблице:

Румбы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Средняя величина солнечной радиации за отопительный период I, кВт · час/м <sup>2</sup>	2,59	16,88	68,75	127,82	165,00	127,82	68,75	16,88
Площадь световых проемов фасадов здания F, м <sup>2</sup>	5,019	0,00	0,00	0,00	3,30	0,00	0,00	0,00
$\zeta_{в}$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$\epsilon_{в}$	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
$I \cdot F \cdot \zeta_{в} \cdot \epsilon_{в}$	4,996693	0	0	0	209,088	0	0	0
Итого $Q_s =$	214,08							

Расчетные затраты тепловой энергии определяются по формуле:

$$Q_{год} = [Q_k - (Q_{вн.п} + Q_s) \cdot \nu \cdot \zeta] \cdot \beta_h = [25530 - (2000 + 214) \cdot 1 \cdot 1] \cdot 1.13 = 26347 \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

Расчетное значение удельных тепlopотерь на отопление здания за отопительный период определяется по формуле:

$$q_{зд} = Q_{год} / V_h = 26347 / 160 = 164.67 \text{ кВт} \cdot \text{час/м}^3$$

Максимально допустимое значение удельных тепlopотерь на отопление здания за отопительный период в зависимости от назначения здания, его этажности и температурной зоны принимается в соответствии с табл. 4 и 5 ДБН В.2.6-31:2006. Для данного здания, расположенного во 175 температурной зоне,  $E_{max} = 38 \text{ кВт} \cdot \text{час/м}^3$

Таким образом,  $q_{зд} = 164.67 \text{ кВт} \cdot \text{час/м}^3 > E_{max} = 38 \text{ кВт} \cdot \text{час/м}^3$

**Вывод: условие (7) п. 3.1 ДБН В.2.6-31:2006 не выполняется**

#### 4. Определение показателей теплоустойчивости

#### 4.1. Определение показателей теплоустойчивости ограждающих конструкций в летний период

Исходные данные для расчета сводим в таблицу

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение	Значение	Единица измерения	Источник
1	Среднемесячная температура июля	$t_{ср}$	22,3	°С	СНиП 2.01.01-82
2	Тепловая инерция ограждающей конструкции	D	0		См. р. 2
3	Максимальное значение суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной)	$I_{max}$	852	Вт/м <sup>2</sup>	СНиП 2.01.01-82
4	Среднее значение суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной)	$I_{ср}$	329	Вт/м <sup>2</sup>	СНиП 2.01.01-82
5	Максимальная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха в июле	$A_{тн}$	19,2	°С	СНиП 2.01.01-82
6	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которых составляет 16 % и более, но не менее 1 м/с	v	3,8	м/с	СНиП 2.01.01-82
7	Коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции	$\chi$	0,4	м/с	ДБН В.2.6-31:2006 табл. П1

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции в летнее время

$$\alpha_{н.лет} = 1,16 \cdot (5 + 10 \cdot \sqrt{v}) = 1,16 \cdot (5 + 10 \cdot \sqrt{3,8}) = 28,413 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$$

Расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха

$$A_{тн.р.} = 0,5 \cdot A_{тн} + \chi \cdot (I_{max} - I_{ср})/\alpha_{н.лет} = 0,5 \cdot 19,2 + 0,4 \cdot (852 - 329)/28,413 = 16,96 \text{ °С}$$

Послойный расчет коэффициентов теплоусвоения внешней поверхностью слоев ограждающей конструкции ведем в таблице:

№ п/п	Материал	s, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	R, (м <sup>2</sup> ·°С)/Вт	Тепловая инерция D	Y, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)
1	Гипсокартон	2,03	0	0	23
2	Клей	9,77	0	0	23
3	Кладка кирпичная	8,69	0	0	23
4	Штукатурка	0	0	0	23

Величина затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха в ограждающей конструкции

$$\nu = 0,9 \cdot e^{(D/\sqrt{2})} \cdot \frac{(s_1 + \alpha_{в}) \cdot (s_2 + Y_1) \cdot (s_3 + Y_2) \cdot (s_4 + Y_3) \cdot (\alpha_{н.лет} + Y_4)}{(s_1 + \gamma_1) \cdot (s_2 + \gamma_2) \cdot (s_3 + \gamma_3) \cdot (s_4 + \gamma_4) \cdot \alpha_{н.лет}} =$$

$$= 0,9 \cdot 2,718^{(0/\sqrt{2})} \cdot \frac{(2,03 + 23) \cdot (9,77 + 23) \cdot (8,69 + 23) \cdot (0 + 23) \cdot (28,41 + 23)}{(2,03 + 23) \cdot (9,77 + 23) \cdot (8,69 + 23) \cdot (0 + 23)} =$$

$$= 1,63$$

Амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций определяем по формуле:

$$A_{тв} = A_{тн.р.} / \nu = 16,96 / 1,63 = 10,4142 \text{ °С}$$

Допустимая амплитуда температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции в летний период согласно условия (8) п.4 ДБН В.2.6-31:2005 не должна превышать 2,5 °С

Таким образом,  $A_{тв} = 10,4142 \text{ °С} > 2,5 \text{ °С}$

**Вывод: условие (8) п. 4.1 ДБН В.2.6-31:2005 не выполняется**

#### 4.2. Определение показателей теплоустойчивости ограждающих конструкций в зимний период

Определяем параметры ограждающих конструкций для углового помещения

Конструкция: наружная стена

Определяем теплоусвоение слоев ограждающей конструкции в табличной форме:

№ п/п	Материал	Плотность $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	$s$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	$R$ , (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт	D	Y
2	Гипсокартон	800	0	0,039	0	0,244
3	Клей	400	0	3,923	0	0,246
4	Кладка кирпичная	1800	0	0,026	0	7,088
	Штукатурка	1600	8,69			#ЗНАЧ!

Коэффициент теплопоглощения внутренней поверхностью ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$B = \frac{1}{1/\alpha_{вн} + 1/Y_{вн}} = \frac{1}{1/23 + 1/0,244} = 0,241 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$$

Конструкция: перекрытие утепленное

№ п/п	Материал	Плотность $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	$s$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	$R$ , (м <sup>2</sup> ·°C)/Вт	D	Y
1	Сталь	7850	126,5	0	0	0,46
2	Утеплитель Isover	50	0,46	2,5	1,15	0,4
3	Сталь	7850	126,5	0,15	18,98	2400,338

$$B = \frac{1}{1/\alpha_{вн} + 1/Y_{вн}} = \frac{1}{1/23 + 1/0,46} = 0,451 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$$

Конструкция: окно

Приведенное термическое сопротивление ограждающей конструкции принимается согласно приложения М к ДБН В.2.6-31:2006. Вариант стекления: однокамерный стеклопакет 4М-4М с  $R_s = 0,42$  (м<sup>2</sup>·°C)/Вт

Показатель теплоусвоения внутренней поверхностью светопрозрачной ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$Y = \frac{1}{1,08 \cdot R_s} = \frac{1}{1,08 \cdot 0,42} = 2,205 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$$

$$B = \frac{1}{1/\alpha_{вн} + 1/Y} = \frac{1}{1/23 + 1/2,2} = 2,012 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$$

Амплитуда колебаний температуры помещения  $A_{tr}$  определяется по формуле:

$$A_{tr} = \frac{0,7 \cdot Q_{пом} \cdot m}{\sum B_j \cdot F_j}$$

где  $Q_{пом}$  - теплотери рассчитываемого помещения, Вт

$m$  - коэффициент неравномерности теплоотдачи системы отопления. В соответствии с табл. Р.1 приложения Р ДБН В.2.6-31:2006 для водяного отопления с непрерывным обслуживанием  $m = 0,1$

Определяем амплитуду колебаний температуры помещения в табличной форме:

№ п/п	Ограждающая конструкция	Ориентация ограждающей поверхности	Площадь $F$ , м <sup>2</sup>	Коэффициент теплопоглощения $B$
1	Наружная стена	ЮЗ	23,46	0,24
2	Наружная стена	ЮВ	49,08	0,24
3	Окно	ЮВ	2,64	2,01
4	Перекрытие		1232,00	0,45
	Итого $\sum B_j \cdot F_j$ :		578,433	

$$A_{tr} = \frac{0,7 \cdot 2726 \cdot 0,1}{578,433} = 0,33 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Допустимая амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности непрозрачных ограждающих конструкций в зимний период согласно условия (9) п. 4.1 ДБН В.2.6-31:2006 не должна превышать 1,5 °С

Таким образом,  $A_{tr} = 0,33 \text{ } ^\circ\text{C} < 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$

**Вывод: условие (9) п. 4.1 ДБН В.2.6-31:2006 выполняется**

### 4.3. Определение показателей теплоусвоения поверхности пола

Показатель теплоусвоения поверхности пола в соответствии с табл. 6 ДБН В.2.6-31:2006 не должен превышать  $Y_{max} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Определяем теплоусвоение слоев пола в табличной форме:

		Плотность $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	$s$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	$R$ , (м <sup>2</sup> ·°C) /Вт	D	Y
1	Керамическая плитка	2000	11,63	0,003	0,036	11,057
2	Стяжка	1800	9,6	0,026	0,253	9,701

Таким образом,  $Y = 11,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) < Y_{max} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

**Вывод: условие (11) п. 4.1 ДБН В.2.6-31:2006 выполняется**

### 5. Определение сопротивления воздухопроницанию ограждающих конструкций

Допустимая воздухопроницаемость  $G_n$  ограждающих конструкций жилых, общественных и административных зданий и сооружений согласно табл. 7 ДБН В.2.6-31:2006 составляет 0,5 кг/(м<sup>2</sup> · ч)

Расчетное значение температуры наружного воздуха принимается в соответствии с приложением Ж ДБН В.2.6-31:2006. Для II температурной зоны  $t_3$  составляет 20 °С

Удельный вес наружного воздуха

$$\gamma_n = 3463 / (273 + t_3) = 3463 / (273 + 20) = 11,82 \text{ Н}/\text{м}^3$$

Удельный вес внутреннего воздуха определяется по формуле:

$$\gamma_v = 3463 / (273 + t_v) = 3463 / (273 + 55) = 10,56 \text{ Н}/\text{м}^3$$

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более, принимается согласно СНиП 2.01.01-82:  $v = 4,3 \text{ м}/\text{с}$

Высота здания (от поверхности земли до верха карниза)  $H = 6 \text{ м}$

Коэффициент учета скорости движения наружного воздуха в зависимости от высоты здания определяется по табл. Т.1 прил. Т ДБН В.2.6-31:2006. Для здания высотой 6 м коэффициент  $\beta = 1$

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций

$$\Delta p = (H - h_1) \cdot (\gamma_n - \gamma_v) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2 \cdot \beta = (6 - 3) \cdot (11,819 - 10,558) + 0,03 \cdot 11,819 \cdot 4,3^2 \cdot 1 = 10,34 \text{ Па}$$

Требуемое сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций

$$R_{gtr} = \Delta p / G_n = 10,34 / 0,5 = 20,679 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$$

Расчитываем требуемое сопротивление воздухопроницанию в таблице

	Материал	Толщина слоя $\delta$ , мм	$R_i$ , м <sup>2</sup> · ч · Па/кг, при табличной толщине	Табличная толщина слоя $\delta$ , мм	$R_i$ , м <sup>2</sup> · ч · Па/кг
2	Гипсокартон	7,5	10000	1	75000
3	Клей	510	2	120	8,5
4	Кладка кирпичная	20	10000	1	200000

$$R_g = R_{i1} + R_{i2} + R_{i3} = 75000 + 8,5 + 200000 = 275008,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$$

Таким образом,  $R_g = 275008,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/кг} > R_{гтр} = 20,679 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/кг}$

**Вывод: условие (12) п. 5.1 ДБН В.2.6-31:2006 выполняется**

## 6. Оценка влажностного режима ограждающей конструкции

Парциальное давление насыщенного водяного пара зависит от температуры воздуха и принимается по справочным данным (прил. 3 Руководства по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, авт. Крупнов Б.А., Шарафадиев Н.С., М., 2006 г.). Для температуры внутреннего воздуха  $t_w = 20 \text{ }^\circ\text{C}$   $E_w = 2338 \text{ Па}$ .

Парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха определяется по формуле:

$$e_w = 0,01 \cdot \varphi_w \cdot E_w = 0,01 \cdot \text{Нормальный} \cdot 2338 = 1285,9 \text{ Па}$$

Температура наружного воздуха принимается равной средней температуре наиболее холодного месяца:  
 $t_z = -5,4 \text{ }^\circ\text{C}$

Парциальное давление водяного пара наружного воздуха определяется по формуле:

$$e_z = 0,01 \cdot \varphi_z \cdot E_z = 0,01 \cdot 90 \cdot 388 = 349,2 \text{ Па}$$

Парциальное давление водяного пара в толще ограждающей конструкции (на расстоянии  $x$  от внутренней поверхности конструкции) определяется по формуле:

$$e(x) = e_w - \frac{e_w - e_z}{R_{\Sigma}} \cdot R_x, \text{ Па}$$

Сопротивление паропрониканию ограждающей конструкции (на расстоянии  $x$  от внутренней поверхности конструкции) определяется по формуле:

$$R_e(x) = \sum (\delta_i / \mu_i) + \frac{x - \sum \delta_i}{\mu_n}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$$

где  $\delta_i$  и  $\mu_i$  - толщина и коэффициент паропроникания  $i$ -го слоя ограждающей конструкции,  $i$  от 1 до  $n-1$

$\mu_n$  - коэффициент паропроникания текущего слоя ограждающей конструкции.

Распределение температуры в толще ограждающей конструкции (на расстоянии  $x$  от внутренней поверхности конструкции) определяется по формуле:

$$t(x) = t_w - \frac{t_w - t_z}{R_{\Sigma}} \cdot (1/\alpha_w + R_x), \text{ }^\circ\text{C}$$

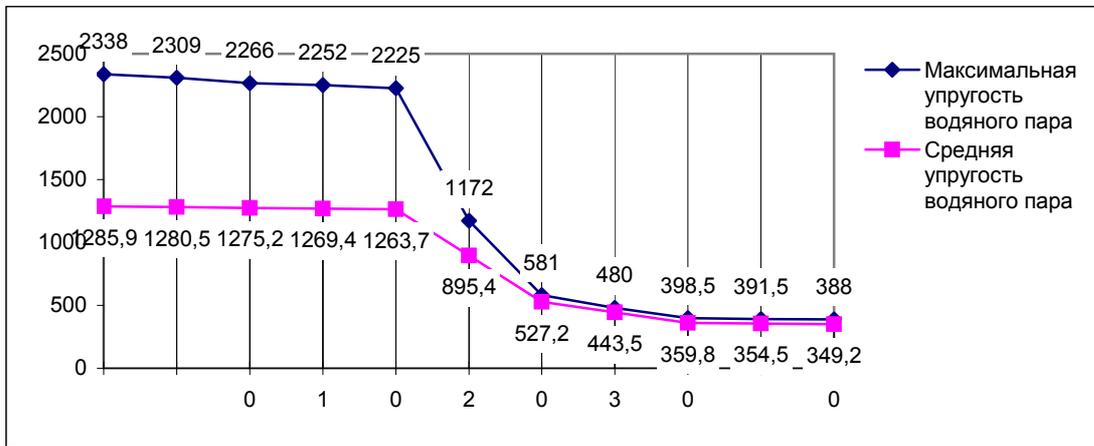
Расчет параметров ведем в таблице, принимая расчетные точки на границах и в середине слоев ограждающей конструкции.

	Слой	$x, \text{ м}$	$R(x)$	$R_e(x)$	$t(x)$	$e(t)$	$E$	Конденсация
		0	0	0	20	1285,9	2338	отсутствует
0	Внутренний воздух	0	0,022	0,013	19,8	1280,5	2309	отсутствует
		0	0,043	0,027	19,5	1275,2	2266	отсутствует
1	Клей	0,01	0,058	0,041	19,4	1269,4	2252	отсутствует
0		0,02	0,072	0,055	19,2	1263,7	2225	отсутствует
2	Кладка кирпичная	0,24	0,989	0,972	9,3	895,4	1172	отсутствует
0		0,46	1,905	1,889	-0,6	527,2	581	отсутствует
3	#ССЫЛКА!	0,47	2,114	2,097	-2,9	443,5	480	отсутствует
0		0,48	2,322	2,305	-5,1	359,8	398,5	отсутствует
	Наружный воздух	0,49	2,335	2,318	-5,3	354,5	391,5	отсутствует
0		0,5	2,348	2,332	-5,4	349,2	388	отсутствует

В данной конструкции конденсация водяных паров отсутствует.

**Вывод: условие (16) п. 6.1 ДБН В.2.6-31:2006 выполняется**

Значения упругости водяного пара в толще ограждающей конструкции:



Температура на границе слоев ограждающей конструкции при средней температуре наиболее холодного месяца

