

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра отопления и вентиляции

НАРУЖНЫЕ И ВНУТРЕННИЕ ТЕПЛОВЫЕ УСЛОВИЯ.

ТРЕБУЕМЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НАРУЖНОГО ОГРАЖДЕНИЯ

Методические указания и примеры расчетов к курсовой работе по курсу Строительная
теплофизика

(выпуск 1)

МОСКВА 2004

Пример расчета будет выполняться для следующих условий:

Район строительства - город Нижний Новгород (Горький).

Наименование объекта - административное здание, которое имеет шесть этажей, подвал и техническое подполье.

1.1. Климатическая характеристика района строительства.

По СНиП 23.01-99* "Строительная климатология" по табл. 1 на стр. 2 (в алфавитном порядке расположены областные и краевые центры, все остальные пункты внутри области или края) определяются:

1. Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 - $t_{5}^{0,92} = -31^{\circ}\text{C}$ (графа 5);
2. Средняя температура наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 - $t_{1}^{0,92} = -34^{\circ}\text{C}$ и 0,98 - $t_{1}^{0,98} = -38^{\circ}\text{C}$ (графы 3 и 2);
3. Средняя температура отопительного сезона (период со средней суточной температурой воздуха $+8^{\circ}\text{C}$ - $t_{o,n} = -4,1^{\circ}\text{C}$ (графа 12);
4. Продолжительность отопительного сезона - $z_{o,n} = 215$ суток (графа 11).
5. Расчетная скорость ветра для холодного периода, как максимальная из средних скоростей по румбам за январь, повторяемость которой не ниже 16%) - $v_n = 7,5$ м/с (графа 19);
6. Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха $+8^{\circ}\text{C}$ $v = 3,7$ м/с (графа 20);

По табл. 3 стр.36:

7. Средняя температура каждого месяца и года, $^{\circ}\text{C}$

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
$t_n, ^{\circ}\text{C}$	-11,8	-11,1	-5,0	4,2	12,0	16,4	18,4	16,9	11,0	3,6	-2,8	-8,9	3,6

Таблица 5а* на стр.51:

8. Парциальное давление водяного пара средне месячное и годовое, гПа:

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
упругость в.п., гПа	2,5	2,5	3,6	6,0	8,7	12,0	14,8	13,7	10,1	6,6	4,5	3,2	7,3

Расчетное значение для самого холодного месяца - января:

$$e_{n,1} = 2,5 \text{ гПа} = 250 \text{ Па} = 0,25 \text{ кПа};$$

9. Температуру наружного воздуха для теплого периода года по табл.2* стр.22

- по параметрам А - $t_{a,T} = 22,4^{\circ}\text{C}$ - температура воздуха обеспеченностью 0,95 (графа 2);
- по параметрам Б - $t_{b,T} = 26,2^{\circ}\text{C}$ - температура воздуха обеспеченностью 0,99 (графа 3).

10. Среднюю суточную амплитуду температуры наиболее теплого месяца $9,3^{\circ}\text{C}$ (графа 7);

11. Расчетную скорость ветра для теплого периода года

$v = 0$ м/с – минимальная из средних скоростей ветра за июль (графа 13);

12. Барометрическое давление $P = 995$ гПа (графа 2).

13. Удельную энтальпию воздуха для теплого периода года по карте рис.5* стр.66:

- по параметрам А - $I_{A,T} = 51,1$ кДж/кг;

по карте рис.6* стр.67:

- по параметрам Б - $I_{B,T} = 54,9$ кДж/кг.

По СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий" по приложению «В» стр. 18 определяем:

14. Зону влажности - 2 (нормальная).

1.2. Характеристики внутреннего микроклимата административного здания для расчета сопротивления теплопередаче ограждений.

По ГОСТ 30494-96 "Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении" определяем:

- расчетную температуру для выбора наружных ограждений $t_B = 19^\circ\text{C}$ – как минимальное значение оптимальной температуры;

по табл.2 ГОСТ 30494-96 (приложение 1.1 настоящего выпуска):

- влажность внутреннего воздуха $\phi_B = 50\%$ - по примечанию к п.5.9. СНиП 23-02-2003;

по СНиП 23-02-2003 в таблице 1 стр. 2 находим, что эти параметры соответствуют сухому влажностному режиму.

1.3. Требуемые значения приведенного сопротивления теплопередаче исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий в расчетный холодный период по формуле (3) СНиП 23-02-2003

$$R_{\text{отр}} = \frac{n(t_B - t_H)}{\Delta t_H \cdot \alpha_B}$$

где n – коэффициент положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху, принимаемый по табл. 6 СНиП 23-02-2003 (приложение 1.2. настоящего выпуска). В проектируемом здании для наружных стен $n = 1$, для покрытия $n = 1$, для чердачного перекрытия с рулонной кровлей $n = 0,9$; для перекрытия над неотапливаемым подвалом без окон $n = 0,6$.

t_H - расчетная зимняя температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки $t_{5}^{0,92}$;

Δt_H - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по табл. 5 СНиП 23-02-2003 (приложение 1.3 настоящего выпуска) для административных зданий по строке 2: наружных стен - $4,5^\circ\text{C}$; покрытий и чердачных перекрытий $4,0^\circ\text{C}$; перекрытий над неотапливаемыми подвалами $2,5^\circ\text{C}$;

α_B - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, принимаемый по таблице 7 СНиП 23-02-2003 для стен, полов и гладких потолков равен $8,7 \text{ Вт}/(^{\circ}\text{C} \cdot \text{м}^2)$.

- для наружной стены $R_{отр} = \frac{(19+31)}{4,5 \cdot 8,7} = 1,28 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$

- для покрытия под рулонной кровлей $R_{отр} = \frac{(19+31)}{4,0 \cdot 8,7} = 1,44 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$

- для чердачного перекрытия $R_{отр} = \frac{0,9 \cdot (19+31)}{4,0 \cdot 8,7} = 1,29 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$

- для перекрытия над неотапливаемым подпольем без окон $R_{отр} = \frac{0,6 \cdot (19+31)}{2,5 \cdot 8,7} = 1,38$

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

- для входных дверей в соответствии с п. 5.7. СНиП 23-02-2003 требуемое сопротивление теплопередаче дверей и ворот должно быть не менее $0,6 \cdot R_0^{TP}$ стен зданий, определенного по формуле (3) СНиП 23-02-2003.

$R_0^{TP} = 0,6 \cdot 1,28 = 0,77 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$

1.4. Требуемые значения приведенного сопротивления теплопередаче исходя из энергосбережения в течение отопительного сезона:

Число градусосуток равно $D_d = (t_b - t_{от.пер.}) \cdot Z_{от.пер.} = (19 + 4,1) \cdot 215 = 4967 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$ По таблице 16 СНиП (по приложению 1.3 настоящего выпуска) для общественного здания с учетом интерполяции по числу градусосуток требуемое сопротивление теплопередаче:

- для наружных стен $R_0^{TP} = 2,4 + (3 - 2,4) \cdot (4967 - 4000)/2000 = 2,69 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$

- для бесчердачных покрытий $R_0^{TP} = 3,2 + (4 - 3,2) \cdot (4967 - 4000)/2000 = 3,59 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$

- для чердачных перекрытий и перекрытий над холодными подвалами $R_0^{TP} = 2,7 + (3,4 - 2,7) \cdot (4967 - 4000)/2000 = 3,04 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$

- для окон $R_0^{TP} = 0,4 + (0,5 - 0,4) \cdot (4967 - 4000)/2000 = 0,45 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}.$

В соответствии с п. 5.11. СНиП 23-02-2003 - при остекленности фасадов более 18% сопротивление теплопередаче окна должно иметь сопротивление теплопередаче не менее $0,56 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}$ при $3500 < D_d < 5200 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$

1.5. В качестве расчетного требуемого выбирается большее значение требуемого сопротивления (то есть исходя из энергосбережения).

- для наружных стен $R_0^{TP} = 2,69 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$

- для бесчердачных покрытий $R_0^{TP} = 3,59 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$

- для чердачных перекрытий и перекрытий над холодными подвалами

$R_0^{TP} = 3,04 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$

- для окон $R_0^{TP} = 0,45 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$

- для входных дверей $R_0^{TP} = 0,77 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}.$

Приложение 1.1. Выписка из ГОСТ 30494-96 "Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата помещений."

Классификация помещений

Помещения 1 категории — помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха.

Помещения 2 категории — помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебой.

Помещения 3а категории — помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды.

Помещения 3б категории — помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя в уличной одежде.

Помещения 3в категории — помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды.

Помещения 4 категории — помещения для занятий подвижными видами спорта.

Помещения 5 категории — помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т.п.).

Помещения 6 категории — помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

Таблица 1

Пе- риод года	Наименование помещения	Температура воздуха, °C		Результирующая температура, °C		Относительная Влажность		Скорость движе- ния воздуха, м/с	
		опти- мальная	допусти- мая	опти- мальная	допусти- мая	опти- мальная	допусти- мая, не более	опти- мальная, не более	допуст мая, не бол
Хо- лод- ный	Жилая комната	20-22	18-24 (20-24)	19-20	17-23 (19-23)	45-30	60	0,15	0,2
	То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °C и ниже	21-23	20-24 (22-24)	20-22	19-23 (21-23)	45-30	60	0,15	0,2
	Кухня	19-21	18-26	18-20	17-25	НН*	НН	0,15	0,2
	Туалет	19-21	18-26	18-20	17-25	НН	НН	0,15	0,2
	Ванная, совмещенный санузел	24-26	18-26	23-27	17-26	НН	НН	0,15	0,2
	Помещение для отдыха и учебных занятий	20-22	18-24	19-21	17-23	45-30	60	0,15	0,2
	Межквартирный коридор	18-20	16-22	17-19	15-21	45-30	60	0,15	0,2
	Вестибюль, лестничная клетка	16-18	14-20	15-17	13-19	НН	НН	0,2	0,3
Теп- лый	Кладовая	16-18	12-22	15-17	11-21	НН	НН	НН	НН
	Жилая комната	22-25	20-28	22-24	18-27	60-30	65	0,2	0,3

* НН — не нормируется

Примечание – Значения в скобках относятся к домам престарелых и инвалидов

Таблица 2

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная Влажность		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более	оптимальная, не более	допустимая, не более
Холодный	1 категория	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60	0,2	0,3
	2 категория	19-21	18-23	18-20	17-22	45-30	60	0,2	0,3
	3а категория	20-21	19-23	19-20	19-22	45-30	60	0,2	0,3
	3б категория	14-16	12-17	13-15	13-16	45-30	60	0,2	0,3
	3в категория	18-20	16-22	17-20	15-21	45-30	60	0,2	0,3
	4 категория	17-19	15-21	16-18	14-20	45-30	60	0,2	0,3
	5 категория	20-22	20-24	19-21	19-23	45-30	60	0,15	0,2
	6 категория	16-18	14-20	15-17	13-19	НН	НН	НН	НН
	Ванны, душевые	24-26	18-28	23-25	17-27	НН	НН	0,15	0,2
	Детские дошкольные учреждения								
	Групповая раздевалка и туалет:								
	- для ясельных и младших групп	21-23	20-24	20-22	19-23	45-30	60	0,1	0,15
	- для средних и дошкольных групп	19-21	18-25	18-20	17-24	45-30	60	0,1	0,15
	Спальня:								
	- для ясельных и младших групп	20-22	19-23	19-21	18-22	45-30	60	0,1	0,15
	- для средних и дошкольных групп	19-21	18-23	18-22	17-22	45-30	60	0,1	0,15
Теплый	Помещения с постоянным пребыванием людей	23-25	18-28	22-24	19-27	60-30	65	0,3	0,5

Приложение 1.2

Выписка из табл. 6 по СНиП 23-02-2003

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-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 строительно-климатической зоне	0,9
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 подвалами без световых проемов в стенах, расположенных ниже уровня земли	0,4

Приложение 1.3

Выписка из табл. 5 по СНиП 23-02-2003

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_n, ^\circ\text{C}$, для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным и мокрым режимом	4,5	4,0	2,5

Приложение 1.4.

Выписка из табл. 4 по СНиП 23-02-2003

Здания и помещения	Градусо- -сутки	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_0^{TP}, (m^2 \cdot ^\circ C) / Вт$			
		Стен	покрытий	чердачных перекрытий и над холодными подвалами	окон
Жилые, лечебно- профилактические и детские учреждения школы, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,30
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45
	6000	3,5	5,2	4,6	0,60
	8000	4,2	6,2	5,5	0,70
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75
	12000	5,6	8,2	7,3	0,80
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8