



Федеральное агентство морского и речного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ МОРСКОГО  
И РЕЧНОГО ФЛОТА**  
**имени адмирала С.О. МАКАРОВА**

---

**Институт ВОДНОГО ТРАНСПОРТА**  
*Кафедра водных путей и водных изысканий*

Дисциплина «Архитектура»

Практическая работа №1

**Теплотехнический расчёт наружных ограждений здания**

Вариант № 3/18

Выполнил: ст. гр. ГТ- .

Проверил: к.т.н. проф. Смирнов В.Н.

**Санкт-Петербург**  
**2020 г.**

## Содержание

1. Цель работы.
2. Исходные данные.
3. Ход выполнения работы.
4. Вывод.
5. Список литературы.

### **Цель выполнения работы**

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

Конечной целью расчета является вычисление толщины расчетного слоя стены, в данном варианте - толщины слоя теплоизоляции.

## Исходные данные

$n = 1$  – коэффициент, принимаемый по СП 50.13330.2012 в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху.

$\Delta t_{tn} = 4^{\circ}\text{C}$  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции – устанавливается по СП.

$\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимается по СП 50.13330.2012.

$\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$  – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждений конструкции, принимаемый по СП 50.13330.2012.

Расчетные климатические параметры принимаются в соответствии с вариантом по городу Нижний Новгород.

### Климатические параметры холодного периода года по данным СП 131.13330.2012.

Таблица 1

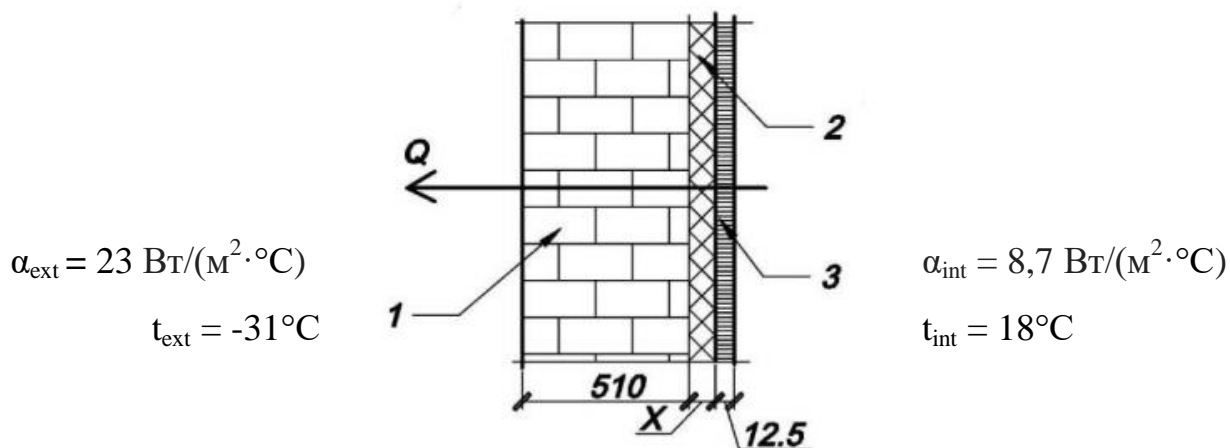
	Город	Температура воздуха наиболее холодных суток, $^{\circ}\text{C}$		Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, $^{\circ}\text{C}$		Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$ , обеспеченность 0,94	Абсолютная минимальная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха	Продолжительность, сут, и средняя температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$ , периода со средней суточной температурой воздуха					
		0.98	0.92	0.98	0.92				$\leq 0^{\circ}\text{C}$		$\leq 8^{\circ}\text{C}$		$\leq 10^{\circ}\text{C}$	
		Продолжительность	Средняя температура	Продолжительность	Средняя температура				Продолжительность	Средняя температура	Продолжительность	Средняя температура		
1	Нижний Новгород	-38	-34	-34	-31	-17	-41	6,1	151	-7,5	215	-4,1	231	-3,2

Влажностный режим помещений здания - нормальный.

Зона влажности – влажная.

Расчетные коэффициенты теплопроводности материалов (при условиях эксплуатации) принимаем по – **Б**.

### Расчётная схема и характеристика материалов



*X – неизвестная толщина теплоизоляции*

Рис. 1 Расчётная схема к теплотехническому расчёту

**Теплотехнические показатели используемых строительных материалов**

Таблица 2

№ п/п	Материалы ограждения в соответствии с расчетной схемой	Характеристика материала в сухом состоянии		Расчётные коэффициенты при эксплуатации	
		Плотность $\gamma_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопр. $\lambda_0$ , Вт/(м·°С)	Теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)	
				А	Б
1	Кирпич керамический пустотелый на цементно-песчаном растворе	1400	0,4	0,49	<u>0,55</u>
2	Пенополиуретан	50	0,027	0,027	<u>0,027</u>
3	Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка) (ГОСТ 6266)	800	0,15	0,19	<u>0,21</u>

**Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по СП 50.13330.2012**

Таблица 3

№ п/п	Здания и помещения	Градусо-сутки $D_d$	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче $R_{req}$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт
1	Общественные, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным и мокрым режимом	2000	1,8
		4000	2,4
		6000	3,0

		8000	3,6
		10000	4,2
		12000	4,8
	a	-	0,0003
	b	-	1,2

### Ход выполнения работы.

#### 1. Определение градусо-суток отопительного периода.

Определяются градусо-сутки по формуле:

$$D_d = (t_{int} - h_{ht}) \cdot z_{ht} ,$$

где:  $t_{int}=18^{\circ}\text{C}$  - расчётная средняя температура внутреннего воздуха здания, принимаемая для административно-бытовых зданий;  
 $t_{ht}=-4,1^{\circ}\text{C}$  - средняя температура наружного воздуха;  
 $z_{ht}=215$  сут – продолжительность отопительного периода, принимаемая в соответствии с СП 131.13330.2012. для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более  $+8^{\circ}\text{C}$ .

$$D_d = (18 + 4,1) \cdot 215 = 4751,5 \text{ град.-сут.}$$

#### 2. Определение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций по условиям энергосбережения.

Используя полученное значение  $D_d$  и значения коэффициентов  $a$  и  $b$  из таблицы 2, рассчитываем сопротивление теплопередаче по условиям энергосбережения:

$$R_{reg} = a \cdot D_d + b ,$$

где:  $a$  и  $b$  – коэффициенты, значения которых принимаются по СП 50.13330.2012;

$D_d$  - градусо-сутки отопительного периода, для конкретного населенного пункта:

$a = 0,0003$ ;  $b = 1,2$ ;  $D_d = 4751,5$  град.-сут.

$$R_{reg} = 0,0003 \cdot 4751,5 + 1,2 = 2,6 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

#### 3. Вычисляется неизвестная толщина слоя $\delta_x$ наружного ограждения

Должно выполняться условие:

$$R_0 \geq R_{reg} .$$

Уравнение для вычисления расчетного сопротивления теплопередаче  $R_0$  в соответствии с расчетной схемой имеет вид:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_z}{\lambda_z} + \frac{\delta_k}{\lambda_k} + \frac{\delta_x}{\lambda_{m.u.}} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \geq R_{reg},$$

где:  $\alpha_{int} = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций (принимается по СП 50.13330.2012);  
 $\delta_i$  – толщина отдельных слоёв ограждений, м.;

$\lambda_i$  – коэффициенты теплопроводности отдельных слоёв ограждения в Вт/(м·°С).

$\alpha_{ext} = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) – коэффициент теплопередачи наружной поверхности ограждающей конструкции для расчётных зимних условий.

Неизвестной величиной является толщина теплоизоляционного слоя наружного ограждения при  $\lambda_{m.u.} = 0,027$  Вт/(м·°С) которую находим из формулы:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0125}{0,21} + \frac{0,51}{0,55} + \frac{\delta_x}{0,027} + \frac{1}{23} \geq 2,6, \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт.}$$

$$0,12 + 0,06 + \frac{\delta_{m.u.}}{0,027} + 0,92 + 0,04 = 2,6$$

$\delta_{m.u.} = 0,039$  м, принимаем  $\delta_{m.u.} = 0,04$  м.

Определяем фактическое сопротивление теплопередаче:

$$R_\phi = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_z}{\lambda_z} + \frac{\delta_k}{\lambda_k} + \frac{\delta_x}{\lambda_{m.u.}} + \frac{1}{\alpha_{ext}}$$

$$R_\phi = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0125}{0,21} + \frac{0,51}{0,55} + \frac{0,04}{0,027} + \frac{1}{23} = 2,64 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

$$R_\phi > R_{reg}$$

Условие выполняется.

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

Расчётный температурный перепад  $\Delta t_0$ , между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемой величины  $\Delta t_n$ , и равной 4,5°С.

Величина  $\Delta t_0$  вычисляется по формуле:

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

где:  $t_{\text{ext}}$  - расчётная температура наружного воздуха в холодный период года, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.2012.

$n$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху.

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_{\phi} \cdot \alpha_{\text{int}}} = \Delta t_0 = \frac{n(18 - (-31))}{2,64 \cdot 8,7} = 2,1^{\circ}\text{C}.$$

Условие выполняется, расчётный температурный перепад не превышает нормативного значения.

### **Вывод.**

В результате выполнения работы был приобретён опыт проектирования наружных ограждений здания на примере проектирования наружной стены, отвечающей нормативным требованиям и условиям энергосбережения, а также навык работы с различной нормативной литературой.

Общая толщина наружного ограждения здания составила 562,5 мм.



## Список литературы

1. Свод правил СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003. Тепловая защита зданий /М.: Минрегион России, 2012 год – 95 с.
2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология (актуализированная редакция СНиП 23-01–99\*) /Министерство Регионального Развития Российской Федерации. – М. 2012 г.
3. СТО 00044807-001–2006. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. – М.: РОИС, 2006. – 64 с.
4. Свод правил СП 60.13330.2012, "СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г. N 279). 2013 г.
5. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Издательство стандартов, 1989.
6. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87. – М.: Минрегион России, 2011.
7. Конструкции гражданских зданий Маклакова Т.Г., Нанасова С.М. учебник. М.АСВ. 2012. – 296 с.
8. Смирнов В. Н. Основы архитектуры и строительных конструкций: учеб.-метод. пособие по выполнению практических работ. - СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2018. - 44 с.