

Задача 1

«Теплопередача через плоскую стенку (ограждающая конструкция)»

Выполнить теплотехнический расчет наружного ограждения в виде многослойной ограждающей конструкции.

1. Найти толщину утеплителя $\delta_{ут}$
1. Рассчитать термическое сопротивление ограждения $R_{огр}$.
2. Рассчитать коэффициент теплопередачи k .
3. Рассчитать удельные тепловые потери через данное ограждение q , Вт/м².
4. Рассчитать полные тепловые потери Q , Вт.
5. Определить температуру в плоскости соприкосновения слоев, построить график зависимости температуры от x .

Задана толщина основного слоя $\delta = 0,25$ м, толщина отделочного слоя $\delta_{отд} = 0,015$ м. Температура наружного воздуха принимается по СП 13.13330.2013 Строительная климатология $t_{н.в.}$ °С, температура внутреннего воздуха $t_{в}$ по задана °С,

коэффициент теплообмена внутренний $\alpha_{в} = 8,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$; коэффициент теплообмена наружный $\alpha_{н} = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$. Коэффициенты теплопроводности материалов находятся по СП 50.13330.2013 Тепловая защита зданий соответственно слоям.

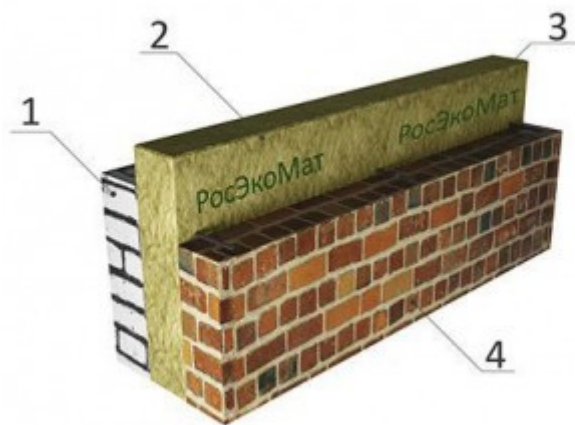


Рис. 1. Многослойная ограждающая конструкция

Варианты задания

Номер	Климатический район-город	$S_{ок}$, м ²	$t_{в}$, °С	Материал основного слоя	Материала утеплителя
-------	---------------------------	---------------------------	--------------	-------------------------	----------------------

варианта					
1.	Тюмень	10	20	Газобетон 500	Пенополистирол, 10
2.	Нефтеюганск	12	21	Керамзитобетон 800	Пенополистирол с графитовыми добавками, 20
3.	Сургут	15	22	Железобетон 2500	Перлитофосфогелевые плиты, 300
4.	Нарьян Мар	13	22	Глиняный кирпич 1800	Перлитофосфогелевые плиты, 200
5.	Когалым	11	21	Газобетон 500	Пенополиуретан 80
6.	Нижневартовск	14	20	Глиняный кирпич 1000	Плиты торфяные, 150
7.	Магадан	16	21	Керамзитобетон 800	Плиты минераловатные из каменного волокна, 40
8.	Нижний Новгород	12	22	Силикатный кирпич 1800	Плиты минераловатные из каменного волокна, 25
9.	Иркутск	15	21	Глиняный кирпич 1000	Плиты фибролитовые, 400
10.	Курск	20	22	Газобетон 500	Плиты камышитовые, 300
11.	Тольятти	14	22	Глиняный кирпич 1000	Экструдированный пенополистирол, 25
12.	Комсомольск на Амуре	15	22	Газобетон 500	Плиты из стеклянного шпательного волокна, 30
13.	Ноябрьск	12	20	Силикатный кирпич 1800	Перлитопластобетонные плиты, 200
14.	Верхоянск (-67,7)	14	21	Железобетон 2500	Плита из пенополистирола, 15
15.	Норильск	10	22	Керамзитобетон 800	Пенополиуретан, 60
16.	Оймякон	9	20	Газобетон 500	Плиты из резольного фенолформальдегидного пенопласта, 80
17.	Воркута	15	21	Глиняный кирпич 1800	Перлитопластобетон, 200
18.	Анадырь	17	20	Газобетон 500	
19.	Нерюнгри	18	22	Глиняный кирпич 1000	Пенополиуретан, 40

20.	Дудинка	20	20	Силикатный кирпич 1800	Плиты из стеклянного шпательного волокна, 35
21.	Обнинск	16	21	Железобетон 2500	Перлитопластобетон, 100
22.	Уфа	19	21	Глиняный кирпич 1800	Перлитофосфогелевые плиты, 200
23.	Ухта	18	21	Глиняный кирпич 1000	Плиты из резольного фенолформальдегидного пенопласта, 50
24.	Самара	20	20	Газобетон 500	Плиты Фибролитовые на портландцементе, 400
25.	Бодайбо	15	22	Газобетон 500	Перлитопластобетон, 100
26.	Кострома	19	22	Газобетон 500	Плиты торфяные, 200
27.	Ханты-Мансийск	18	20	Керамзитобетон 800	Перлитофосфогелевые плиты, 300
28.	Тобольск	16	21	Глиняный кирпич 1000	Плиты из резольного фенолформальдегидного пенопласта, 80
29.	Уват	17	20	Газобетон 500	Плиты из резольного фенолформальдегидного пенопласта, 50
30.	Новый Уренгой	12	22	Газобетон 500	Перлитопластобетон, 100

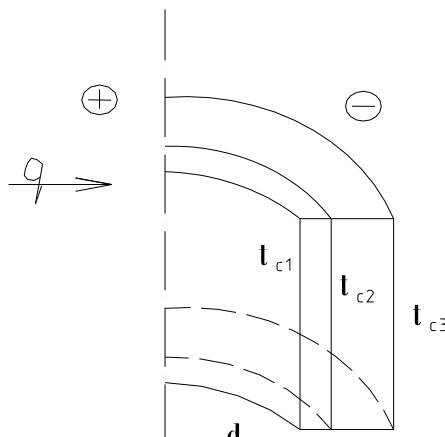
Строительный материал	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C)	
		Сухое состояние	Эксплуатационная влажность
Автоклавный газобетон D500	500	0,12	0,14
Керамзитобетон	800	0,23	0,35
Железобетон	2500	1,69	2,04
Полнотелый глиняный кирпич	1800	0,56	0,81*
Пустотелый глиняный кирпич	1000	0,26	0,44*
Полнотелый силикат, кирпич	1800	0,70	0,87*
Дерево (сосна, ель)	500	0,09	0,18
Минеральная вата	150	0,042	0,045
Пенополистирол	35	0,028	0,028

Задача 1а

«Теплопередача через цилиндрическую стенку (трубопровод)»

Рассчитать тепловые потери на стальном трубопроводе длиной 100м, $Q_1 = ?$

Задан диаметр внутреннего трубопровода d_1 , наружный d_2 и слой изоляции- плиты минераловатные толщиной $b = 100$ мм. Температура горячей воды $t_{ж1} = 99$ °C, температура наружного воздуха $t_n =$ по заданному городу °C, коэффициент теплообмена внутренний $\alpha_в = \frac{1000 \text{ Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$; коэффициент теплообмена наружный $\alpha_2 = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$. Коэффициенты теплопроводности материалов соответственно слоям $\lambda_1 = 50 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$ $\lambda_2 = 0,07 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$. Рассчитать температуру в плоскости соприкосновения слоев.



$t_{н.в.}$ – температура наружного воздуха в вашем городе.

Варианты задания

Номер варианта	Климатический район-город	$t_{ж1}$	$d_1, м$	$d_2, м$	$d_3, м$	$l, м$
31.	Тюмень	99	0,3	0,325	0,535	100
32.	Нефтеюганск	99	0,4	0,425	0,625	120
33.	Сургут	100	0,5	0,525	0,8	125
34.	Нарьян Мар	101	0,6	0,625	0,9	136
35.	Когалым	98	0,7	0,75	1	148
36.	Нижневартовск	98	0,8	0,825	1,25	99
37.	Магадан	99	0,9	0,92	1,3	125
38.	Нижний Новгород	100	1	1,2	1,525	136
39.	Иркутск	100	0,35	0,4	0,7	115
40.	Курск	99	0,45	0,5	0,85	115
41.	Тольятти	99	0,55	0,6	0,95	145
42.	Комсомольск на Амуре	99	0,65	0,75	1,2	121
43.	Ноябрьск	98	0,75	0,9	1,35	103
44.	Верхоянск (-67,7)	97	0,85	0,95	1,30	113
45.	Норильск	96	0,95	1,15	1,55	112
46.	Оймякон	96	1	1,25	1,55	101
47.	Воркута	99	1,1	1,35	1,65	106
48.	Анадырь	98	1,2	1,45	2	109
49.	Нерюнгри	98	1,3	1,55	2,05	150
50.	Дудинка	98	1,4	1,5	2,15	200
51.	Обнинск	99	1,5	1,8	2,05	158
52.	Уфа	98	1,6	1,85	2,15	169
53.	Ухта	100	1,7	1,9	2,15	178
54.	Самара	100	1,8	1,95	2,3	184
55.	Бодайбо	100	1,9	2,2	2,55	136
56.	Кострома	98	2	2,35	2,6	158
57.	Ханты-Мансийск	97	1,55	1,85	2,15	143
58.	Тобольск	98	1,65	1,9	2,15	165
59.	Уват	97	1,9	2,15	2,55	135

60.	Новый Уренгой	99	1,85	2	2,55	149
-----	---------------	----	------	---	------	-----

Таблица 1

Слои конструкции

№ слоя	Вид слоя	Материал слоя	Толщина слоя, м	Плотность слоя, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м*°С)
1	Наружная отделка	Клинкерный отделочный кирпич	0,015	1800	0,4
2	Основание (несущий слой)		0,51		
3	Утеплитель				
4	Внутренняя отделка	Гипсо-перлитовая штукатурка	0,001	1300	0,35

Расчет необходимой толщины утеплителя

Исходные данные:

Наименование показателя	Значение показателя	Единица измерения
Климатический район	г. Тюмень	-
Температура наружного воздуха, t_n	-36	$^{\circ}\text{C}$
Температура внутреннего воздуха, t_v	20	$^{\circ}\text{C}$
Коэффициент теплопроводности наружного воздуха, α_n	23	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{C}}$
Коэффициент теплопроводности внутреннего воздуха, α_v	8,7	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{C}}$

Таблица 1 (заполненная)

Слои конструкции

№ слоя	Вид слоя	Материал слоя	Толщина слоя, δn_m	Плотность слоя, $\text{кг}/\text{м}^3$	Коэффициент теплопроводности λn , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{C})$
1	Наружная отделка	Клинкерный отделочный кирпич	0,015	1800	0,4
2	Основание (несущий слой)	Силикатный кирпич	0,51	1800	0,81

3	Утеплитель	Перлитофосфогелевые	0,51	200	0,064
	ь	й плиты			
4	Внутренняя	Гипсо-перлитовая	0,001	1300	0,35
	отделка	штукатурка			

Расчет толщины утеплителя.

Найдем толщину утеплителя для данной ограждающей конструкции.

Для того чтобы, ограждающая конструкция могла эксплуатироваться в конкретной климатической зоне, она должна удовлетворять требованиям по тепловой защите соответственно «СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий» для этого должно выполняться равенство $R_{HC}^{mp} = R_{HC}^{рас.}$

Исходя из этого равенства находим толщину утеплителя.

$$R_{HC}^{mp} = \frac{(t_в - t_н) \cdot n}{\alpha_в \cdot \Delta t^н}; \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

требуемое термическое сопротивление наружной стены

(относительно климатического района)

$$R_{HC}^{расч} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{1}{\alpha_н}$$

расчетное термическое сопротивление наружной

стены (относительно слоев конструкции)

$t_в$ = по заданию – температура внутреннего воздуха;

$n=1$ - расчетный коэффициент;

$$\Delta t_н = t_в - t_{с1} = 4^\circ C$$

Приравниваем термическое сопротивление, требуемое и расчетное, математически высчитываем толщину утеплителя, принимая ее за x в полученной формуле.

$$R_{HC}^{mp} = R_{HC}^{расч} = \frac{(t_в - t_н) \cdot n}{\alpha_в \cdot \Delta t^н} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_н}$$

$$R_{HC}^{mp} = R_{HC}^{расч} = \frac{(20 - (-36)) * 1}{8,7 * 4} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,4} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{x}{0,064} + \frac{0,001}{0,35} + \frac{1}{23}$$

$$1,61 = 0,81 + \frac{x}{0,064}$$

$$x = 0,0512 \text{ м} = 51,2 \text{ см}$$

Вывод: необходимая толщина утеплителя для данной ограждающей конструкции должна составлять 51 см.