

Задача 1. Стена камеры холодильника, выполненная из слоя кирпича толщиной δ_2 и слоя изоляции толщиной δ_3 , с двух сторон покрыта слоем штукатурки толщиной $\delta_1 = \delta_4 = 20$ мм.

Температура наружного воздуха $t_{в1}$, в камере $t_{в2}$. Коэффициент теплоотдачи от наружного воздуха к поверхности стены α_1 , от внутренней поверхности стены к воздуху в камере α_2 .

Определить общее и частные термические сопротивления, коэффициент теплопередачи, плотность теплового потока и количество теплоты, проходящее через стенку высотой 4 м и длиной 8 м в течение суток. Определить также температуры поверхностей всех слоев и построить график распределения температур по толщине стенки (без масштаба).

Значения коэффициента теплопроводности λ [Вт/(м·К)] материалов стенки приведены в таблице:

Кирпич	Штукатурка	Пробковая плита	Стекло-войлок	Минераловатная плита	Войлок шерстяной	Асбовермикулитовая плита (АВП)
0,640	0,750	0,050	0,040	0,093	0,058	0,080

Номер варианта и исходные данные для расчета определяют по последней цифре номера зачетной книжки:

Параметры	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
δ_2 , мм	500	380	250	500	380	250	500	380	250	500
δ_3 , мм	150	200	250	300	150	200	250	150	200	250
α_1 , Вт/(м ² ·К)	20	18	15	12	20	18	15	12	20	18
α_2 , Вт/(м ² ·К)	7	9	10	7	9	10	7	9	10	7
Тип изоляции	Пробковая плита		Стекло-войлок		Минераловатная плита		Войлок шерстяной		АВП	
$t_{в1}$, °С	5	7	10	12	15	17	20	22	25	30
$t_{в2}$, °С	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-10	-12	-14	-16

Задача 2. Внутри стального трубопровода, наружный диаметр которого $d_{нар}$, а толщина стенки $\delta_{ст}$, движется жидкость (хладоноситель) с температурой $t_{ж1}$. Трубопровод покрыт изоляцией толщиной $\delta_{из}$. Снаружи находится воздух, температура которого $t_{ж2}$. Коэффициенты теплоотдачи: от воздуха к поверхности изоляции α_2 , от внутренней поверхности трубопровода к хладоносителю α_1 .

Определить: линейный коэффициент теплопередачи; плотность теплового потока от воздуха к хладоносителю, отнесенную к 1 м длины трубопровода и к 1 м² наружной поверхности изоляции; температуры на наружной и внутренней поверхностях изоляции. Вычислить теплоприток от воздуха к хладоносителю за время τ , если длина трубопровода L .

Коэффициенты теплопроводности стали $\lambda_{ст} = 45$ Вт/(м·К), изоляции $\lambda_{из}$.

Изобразить распределение температур в трубопроводе (без масштаба).

Номер варианта и исходные данные для расчета определяют по последней цифре шифра:

№ вари- анта	$d_{нар}$, мм	$\delta_{ст}$, мм	$t_{ж1}$, °С	$\delta_{из}$, мм	α_1 , Вт/(м ² ·К)	α_2 , Вт/(м ² ·К)	$t_{ж2}$, °С	$\lambda_{из}$, Вт/(м·К)	L , м	τ , ч
0	30	1,5	-5	10	1000	5	5	0,035	4	2
1	36	1,5	-10	15	1500	8	10	0,029	5	3
2	42	2,0	-15	20	2000	10	15	0,047	6	4
3	52	2,0	-20	25	1500	10	20	0,064	7	5
4	56	2,5	-25	30	1000	8	25	0,076	8	2
5	30	1,5	-5	10	800	5	20	0,035	7	3
6	36	1,5	-10	15	1000	5	15	0,029	6	2
7	42	2,0	-15	20	1500	10	10	0,047	5	3
8	52	2,0	-20	25	2000	8	5	0,064	4	2
9	56	2,5	-25	30	1000	10	15	0,076	3	1

Задача 3. Внутри стальной трубы, наружный диаметр которой $d_{нар}$ и толщина стенки $\delta_{ст}$, движется трансформаторное масло с температурой $t_{ж1}$. Труба расположена в помещении с температурой $t_{ж2}$. Коэффициент теплоотдачи от масла к внутренней поверхности трубы α_1 , от поверхности трубы к воздуху α_2 . Для снижения тепловых потерь трубу покрывают слоем бетона $\delta_б$.

Определить линейную плотность теплового потока через трубу без бетона и при его наличии. Найти максимальное значение коэффициента теплопроводности такой изоляции, накладываемой на трубу, чтобы при любой ее толщине теплотери были меньше, чем для неизолированной трубы.

Коэффициенты теплопроводности: стали $\lambda_{ст} = 45 \text{ Вт/(м·К)}$, бетона $\lambda_б = 1,3 \text{ Вт/(м·К)}$. Значение коэффициента теплоотдачи α_2 считать постоянным.

Номер варианта и исходные данные для расчета определяют по последней цифре шифра:

№ варианта	$d_{нар}, \text{ мм}$	$\delta_{ст}, \text{ мм}$	$\delta_б, \text{ мм}$	$t_{ж1}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{ж2}, \text{ }^\circ\text{C}$	$\alpha_1, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$	$\alpha_2, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$
0	30	1,5	20	60	10	500	5
1	36	1,5	40	80	15	600	6
2	42	2,0	50	100	20	700	7
3	52	2,0	60	120	25	800	8
4	56	2,5	40	100	10	900	10
5	30	1,5	50	60	10	1000	5
6	36	1,5	60	80	15	1100	6
7	42	2,0	60	100	20	1200	7
8	52	2,0	80	120	25	1300	8
9	36	2,5	80	100	10	1400	10

Задача 4. Стальную пластину ($\lambda_{ст} = 12 \text{ Вт/(м·К)}$, $a_{ст} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$) толщиной δ с начальной температурой $t_{нач}$ опускают в ванну с жидким азотом, имеющим постоянную температуру $t_ж = -196 \text{ }^\circ\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи от пластины к азоту $\alpha = 200 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$.

Считая, что температура пластины изменяется только по толщине, определить температуры поверхности пластины $t_{пов}$ и ее центральной плоскости $t_{ц}$ через время τ после начала охлаждения. Найти количество теплоты, которое передаст пластина азоту за это время при массе пластины 1000 кг.

Номер варианта и исходные данные для расчета определяют по последней цифре шифра:

Параметры	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_{нач}, \text{ }^\circ\text{C}$	30	50	70	100	150	200	250	50	100	150
$\delta, \text{ мм}$	80	90	100	120	150	200	300	100	150	200
$\tau, \text{ с}$	1000	1200	1500	1300	1500	1700	1200	1500	1800	2000