

**Домашнее задание № 2**  
по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»

**ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ПРИ СТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ**

В задании необходимо рассчитать стационарное температурное поле многослойной цилиндрической стенки, в одном или двух слоях которой равномерно распределены внутренние источники теплоты удельной мощностью  $q_v$  (рис. 1.1). Построить график изменения температуры по толщине стенки, а также определить тепловые потоки при  $r = r_2$  и  $r = r_3$ .

Геометрические размеры  $r_1, r_2, r_3, r_4$ , коэффициенты теплопроводности материалов  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ , расположение тепловыделяющего слоя, а также параметры, соответствующие граничным условиям (температуры стенок  $t_{ст}$ , плотности тепловых потоков  $q_{ст}$ , мощности внутренних источников теплоты  $q_v$ , коэффициенты теплоотдачи  $\alpha$ ) приведены в таблицах исходных данных (см. табл. 1.1, 1.2). Индексы «1», «2», «3» у  $\lambda$  и  $q_v$  относятся соответственно к 1, 2 и 3-му цилиндрическим слоям.

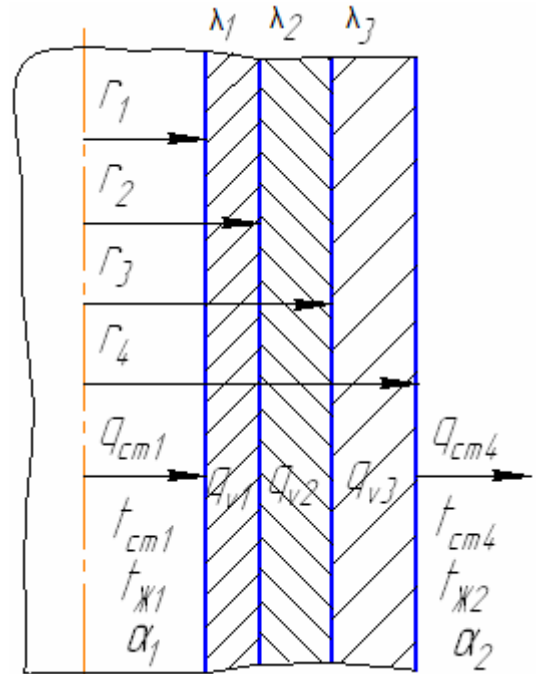


Рис. 1.1

**Методические указания**

Для определения температурного поля необходимо составить исходную систему алгебраических уравнений на основе известного решения:

$$t = -(q_v \cdot r^2)/(4 \cdot \lambda) + C_1 \cdot \ln(r) + C_2$$

При этом стоит иметь в виду, что это уравнение применимо и в случае отсутствия теплового источника в слое ( $q_v = 0$ ). Полученная система дополняется условиями теплового контакта, предполагающими отсутствие термического сопротивления в месте контакта соприкасающихся слоев при  $r = r_2$  и  $r = r_3$ .

При расчете максимального значения температуры необходимо учесть, что когда теплота отдается окружающей среде как с внутренней, так и с наружной стороны, должен существовать максимум температуры внутри стенки. Изотермическая поверхность, соответствующая максимальной температуре, разделяет многослойную цилиндрическую стенку на две области, и максимальное значение температуры соответствует условию  $dt/dr = 0$ , т.е. тепловой поток  $q = 0$ . При графическом построении зависимости  $t = f(r)$  рекомендуется проверить наличие этого максимума температуры, а в случае его отсутствия дать объяснение полученному результату.

Результаты расчета предъявить в следующем виде:

Координата $r$ , м .....	$r_1$	$(r_1+r_2)/2$	$r_2$	$(r_2+r_3)/2$	$r_3$	$(r_3+r_4)/2$	$r_4$
Температура $t$ , °С .....							

Таблица 1.1

№ варианта	$t_{ст1}, ^\circ\text{C}$	$q_{ст1}, \text{Вт/м}^2$	$\alpha_1, \text{Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$	$t_{ж1}, ^\circ\text{C}$	$t_{ст4}, ^\circ\text{C}$	$q_{ст4}, \text{Вт/м}^2$	$\alpha_2, \text{Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$	$t_{ж2}, ^\circ\text{C}$
1	200	-	-	-	50	-	-	-
2	-	-	50	80	-	-	120	20
3	-	$5 \cdot 10^4$	-	-	50	-	-	-
4	200	-	-	-	-	$5 \cdot 10^3$	-	-
5	200	-	-	-	-	-	50	20
6	-	-	100	80	50	-	-	-
7	-	$5 \cdot 10^4$	-	-	-	-	100	20
8	-	-	100	80	-	$5 \cdot 10^3$	-	-
9	600	-	-	-	200	-	-	-
10	-	-	2000	350	-	-	100	80
11	-	$5 \cdot 10^4$	-	-	200	-	-	-
12	600	-	-	-	-	$5 \cdot 10^4$	-	-
13	600	-	-	-	-	-	127	80
14	-	-	415	250	200	-	-	-
15	-	$3,6 \cdot 10^4$	-	-	-	-	100	80
16	-	-	2280	20	-	$3 \cdot 10^3$	-	-
17	50	-	-	-	170	-	-	-
18	-	-	100	20	-	-	117	150
19	-	$1,8 \cdot 10^3$	-	-	600	-	-	-
20	50	-	-	-	-	$53,7 \cdot 10^3$	-	-
21	50	-	-	-	-	-	530	100
22	-	-	1000	20	290	-	-	-
23	-	$5 \cdot 10^3$	-	-	-	-	630	50
24	-	-	1000	20	-	$27,5 \cdot 10^3$	-	-
25	200	-	-	-	50	-	-	-
26	-	-	50	80	-	-	120	20
27	-	$5 \cdot 10^4$	-	-	50	-	-	-
28	200	-	-	-	-	$5 \cdot 10^4$	-	-
29	200	-	-	-	-	-	50	20
30	-	-	100	80	50	-	-	-

Таблица 1.2

№ вариантов	$q_{v1}$	$q_{v2}$	$q_{v3}$	$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$
	МВт/м <sup>3</sup>			мм				Вт/(м·К)		
1...8	10	0	0	24	28	38	40	15	3	80
9...16	0	10	0	20	22	30	40	80	15	3
17...24	0	0	10	20	30	32	40	3	80	15
25...30	10	0	10	25	35	40	50	15	3	15