

Контрольная работа

Введение

Решение задачи включает условие задачи. Пункты решения включают комментарии, записи формул, применяемые значения физических величин. Графики зависимостей выполняются с применением чертежных инструментов. Контрольная работа имеет 18 вариантов исходных данных. Номер варианта определяется суммой двух последних цифр шифра зачетной книжки студента.

Задача

Электрическая печь сопротивления для нагрева стальных изделий в окислительной атмосфере потребляет мощность на фазу P_{ϕ} при напряжении U_{ϕ} , температура нагреваемого изделия t .

По заданному типу нагревателя выбрать материал нагревательного элемента, рассчитать геометрические размеры, массу металлических нагревательных элементов круглого и прямоугольного сечений на фазу, значения силы и плотности тока нагревателя.

Таблица 1 – Исходные данные к задаче 1.1

Номер варианта	P_{ϕ} , кВт	U_{ϕ} , В	t , °С	Тип нагревателя
1	65	220	650	Спираль на керамической трубке
2	60	220	700	Спираль в пазу
3	55	220	750	Спираль на керамической полочке
4	50	380	800	Ленточный зигзаг свободно подвешенный
5	45	380	850	Ленточный зигзаг в пазу
6	40	380	900	Ленточный зигзаг на керамической полочке
7	35	660	850	Проволочный зигзаг свободно подвешенный
8	30	660	1000	Проволочный зигзаг в пазу
9	25	660	1050	Спираль на керамической трубке
10	20	660	1100	Спираль в пазу
11	60	220	950	Спираль на керамической полочке
12	58	220	900	Спираль на керамической полочке
13	53	220	800	Ленточный зигзаг свободно подвешенный
14	48	380	1000	Ленточный зигзаг в пазу
15	42	380	750	Ленточный зигзаг на керамической полочке
16	39	660	800	Проволочный зигзаг свободно подвешенный
17	28	660	650	Проволочный зигзаг в пазу
18	18	660	820	Спираль на керамической трубке

Методические указания к выполнению контрольной работы

1 Согласно заданной температуре нагрева изделий t выбирают материал нагревателя (таблица 2), учитывая, что максимальная рабочая температура материала нагревателя должна превышать температуру нагрева на $(50...150)^\circ\text{C}$, таким образом:

$$t_n = t + (50...150)^\circ\text{C}$$

Таблица 2 – Свойства некоторых проводниковых материалов

Металлы и сплавы	Плотность, $\times 10^3, \text{кг/м}^3$	Удельное сопротивление ρ_{20} , мкОм·м	Температурный коэффициент удельного сопротивления, $^\circ\text{C}^{-1}$	Максимальная рабочая температура, $^\circ\text{C}$
Медь	8,9	0,0175	0,004	-
Алюминий	2,7	0,029	0,004	-
Сталь	7,85	0,098	0,005	-
Бронза	8,8	0,021	0,0037	-
Латунь	8,8	0,0193	0,0041	-
X20H80H	8,4	1,10	0,035	1100
X15H60H	7,9	1,10	0,100	1000
XH70Ю	7,9	1,34	0,180	1200
OX27Ю5A	7,2	1,42	0,022	1300
OX27Ю5A	7,3	1,35	0,050	1200
X13Ю4	7,3	1,26	0,150	800

2 Для выбранного материала с учётом его рабочей температуры t_n и температуры нагреваемого изделия t определяют допустимую удельную поверхностную мощность $W_{\text{ид}}$ для идеального нагревателя (рисунок 1)

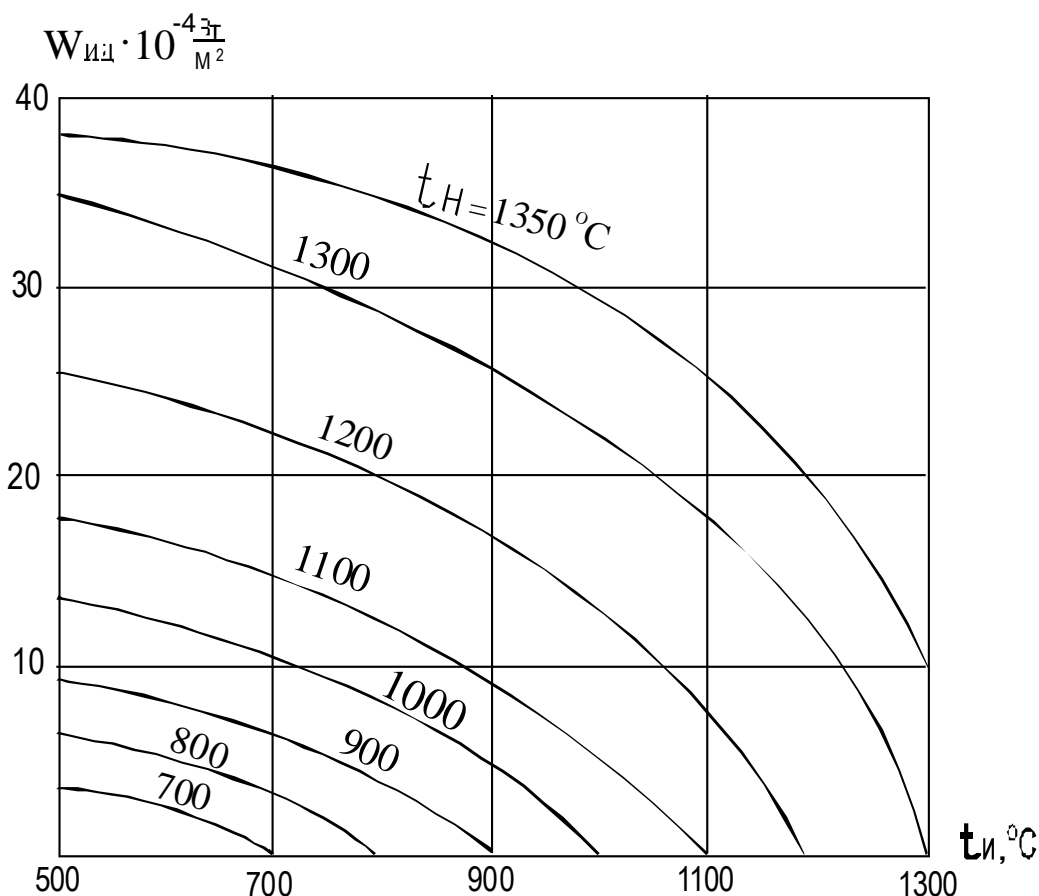


Рисунок 1 – Кривые удельной поверхностной мощности $W_{ид}$ для идеального нагревателя

3 Рассчитывают удельную поверхностную мощность реального нагревателя W , Вт/м², предварительно определив для заданного типа нагревателя по таблице 3 коэффициент эффективности нагревателя β .

$$W = W_{ид} \times \beta$$

Таблица 3–Коэффициенты эффективности для различных типов нагревателей

№	Тип нагревателя	Коэффициент эффективности
1	Спираль на керамической трубке	0,46
2	Спираль в пазу	0,31
3	Спираль на керамической полочке	0,39
4	Ленточный зигзаг свободно подвешенный	0,46
5	Ленточный зигзаг в пазу	0,44
6	Ленточный зигзаг на керамической полочке	0,41
7	Проволочный зигзаг свободно подвешенный	0,68
8	Проволочный зигзаг в пазу	0,56

4 Диаметр круглого нагревательного элемента:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4P_{\phi}^2 \cdot \rho_t}{\pi^2 \cdot U_{\phi}^2 \cdot W}}, \text{ м}$$

где ρ_t – удельное сопротивление материала нагревательного элемента при рабочей температуре, Ом·м.

Удельное сопротивление ρ_t пересчитывают по формуле:

$$\rho_t = \rho_{20} [1 + \alpha(t_H - 20)], \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

где ρ_{20} - удельное сопротивление при 20 °С,

α - температурный коэффициент удельного сопротивления (таблица 2).

P_{ϕ} – мощность фазы, Вт.

Толщина прямоугольного нагревателя В:

$$B = \sqrt[3]{\frac{P_{\phi}^2 \cdot \rho_t}{2m \cdot (m + 1) \cdot U_{\phi}^2 \cdot W}}, \text{ м}$$

где $m = \frac{A}{B} = 10$, А – ширина ленты, м.

Значения d и В округляют до целых миллиметра.

5 Длина нагревательного элемента на фазу L:

$$L = \frac{U_{\phi}^2 \cdot S}{P_{\phi} \cdot \rho_t}, \text{ м}$$

где S – сечение нагревателя, м².

6 Масса нагревателя G_н:

$$G_{\text{н}} = \gamma \cdot L \cdot S, \text{ кг}$$

где γ - плотность сплава нагревателя, кг/м³ (таблица 2).

7 Уточнить удельную поверхностную мощность W:

$$W = \frac{P_{\phi}}{F}, \text{ Вт / м}^2$$

где F – площадь нагревателя, м².

8 Определить ток нагревателя I:

$$I = \frac{U_{\phi}}{R_t} = \frac{U_{\phi} \cdot S}{\rho_t \cdot L}, \text{ А}$$

9 Рассчитать плотность тока J:

$$J = \frac{I}{S}, \text{ А / мм}^2$$