Оглавление

Задача № 1

Построить график изменения температуры в пластине на участке от *x = 1 см* до *x = - 5 см, y=1,5 см* при нагреве ее подвижным линейным источником теплоты, когда достигнуто предельное квазистационарное состояние; *q=5800 Дж/с; v=0,35 см/с; δ=*2*см; а=0,085 см*^{2}*/с; λ=0,42 дж/см·с·град; cρ=4,9 Дж/см*^{3}*·град.*

Температуру определяем для точек *x*=1*;* 0; - 1; - 2; - 3; - 4; -5 *см*.

Для удобства вычислений результаты представляем в виде таблицы:

x, см	*r, см*	$-\frac{vx}{2a}$	$e^{-\frac{vx}{2a}}$	$u=r\sqrt{\frac{v^2}{4a^2}+\frac{b}{a}}$	$K_0(u)$	*T, °C*
1	1,8	- 2,6	0,13	3,74	0,015193	2
0	1,5	0	1	3,11	0,031086	34
-1	1,8	2,06	7,84	3,74	0,015193	131
-2	2,5	4,12	61,39	5,18	0,003056	206
-3	3,35	6,18	480,98	6,95	0,0004507	238
-4	4,27	8,24	3768,53	8,85	0,0000597	247
-5	5,22	10,29	29526,7	10,82	0,0000076	246

Радиус определяется по зависимости:

$$r=\sqrt{x^2+y^2};$$

$$r_1=\sqrt{1^2+1,5^2}=1,8\,см;$$

$$r_0=\sqrt{0^2+1,5^2}=1,5 см;$$

$$r_{-1}=\sqrt{-1^2+1,5^2}=1,8 см;$$

$$r_{-2}=\sqrt{-2^2+1,5^2}=2,5 см;$$

$$r_{-3}=\sqrt{-3^2+1,5^2}=3,35 см;$$

$$r_{-4}=\sqrt{-4^2+1,5^2}=4,27 см;$$

$$r_{-5}=\sqrt{-5^2+1,5^2}=5,22 см;$$

Коэффициент температуроотдачи находим по формуле:

$$b=\frac{2\alpha}{c\rho\delta}.$$

Коэффициент теплоотдачи *а* находим по графику на рис. 16.6 [2.2] для *Т*ср=600^0 С, α *= 6·10*$^{-3}$ *Дж/см*^{2}*·с·град.*

$$b = \frac{2 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{4,9 \cdot 2} 1/c.$$

Для определения значения функции Бесселя 1-го рода нулевого порядка можно воспользоваться справочными данными или зависимостью:

$$K_0(u) \approx e^{-u} \sqrt{\frac{\pi}{2u}\left(1 - \frac{1}{8u}\right)}.$$

Температуру определяем по формуле:

$$T_{пр} = \frac{q}{2\pi\lambda\delta} e^{-\frac{vx}{2a}} K_0\left(r\sqrt{\frac{v^2}{4a^2} + \frac{b}{a}}\right);$$

$$T_{пр}^{1} = \frac{5800}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,42 \cdot 2} \cdot 0,13 \cdot 0{,}015193 = 2°C;$$

$$T_{пр}^{0} = \frac{5800}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,42 \cdot 2} \cdot 1 \cdot 0{,}031086 = 34°C;$$

$$T_{пр}^{-1} = \frac{5800}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,42 \cdot 2} \cdot 7,84 \cdot 0{,}015193 = 131°C;$$

$$T_{пр}^{-2} = \frac{5800}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,42 \cdot 2} \cdot 61,39 \cdot 0{,}003056 = 206°C;$$

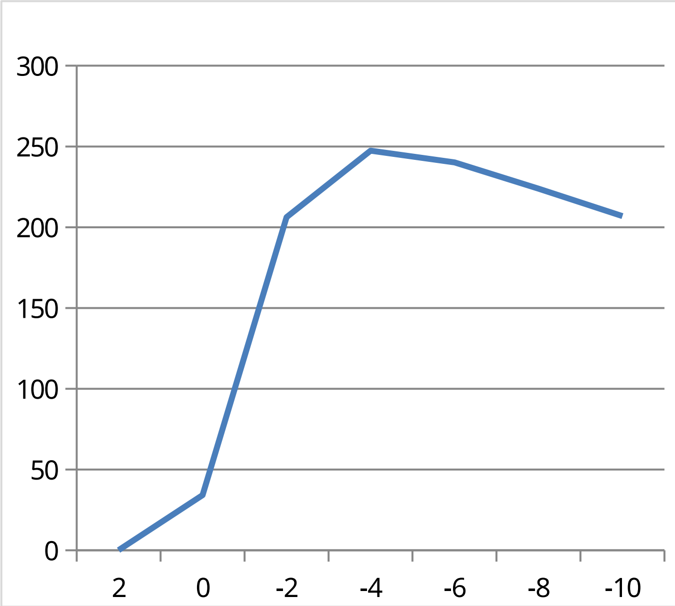
$$T_{пр}^{-3} = \frac{5800}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,42 \cdot 2} \cdot 480,98 \cdot 0{,}0004507 = 238°C;$$

$$T_{пр}^{-4} = \frac{5800}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,42 \cdot 2} \cdot 3768,53 \cdot 0{,}0000597 = 247°C;$$

$$T_{пр}^{-5} = \frac{5800}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,42 \cdot 2} \cdot 29526,7 \cdot 0{,}0000076 = 246°C;$$

По рассчитанным значениям строим график (рис.1) распределения температуры:

t°



X, см рис.1.
График распределения температуры.

Задача №2

Листы из низколегированной закаленной стали δ=5 *см* свариваются за один проход дуговой сваркой при токе 500 *а,* напряжение дуги *U=34 в* и скорости *v=0,55 см/с,* *η*=0,85. Определить ширину зоны отпуска, которая находится примерно между изотермами 580 °С и 780 °С.

Теплоемкость стали 5,0 *дж/см3·град.*

Находим эффективную мощность источника теплоты по формуле:

$$q = \eta \cdot U \cdot I = 0,85 \cdot 34 \cdot 500 = 14450\,Дж/с\,.$$

Воспользуемся формулой для мощных быстродвижущихся источников и определим ширину зоны, нагревавшейся до *T=580* °С:

$$2l_{580} = \frac{q\sqrt{\frac{2}{\pi e}}}{vc\rho\delta T} = \frac{14450 \cdot \sqrt{\frac{2}{3,14 \cdot 2,72}}}{0,55 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 580} = 8,77\,см$$

Аналогично определим ширину зоны, нагревшейся до *T=780 °С*:

$$2l_{780} = \frac{q\sqrt{\frac{2}{\pi e}}}{vc\rho\delta T} = \frac{14450 \cdot \sqrt{\frac{2}{3,14 \cdot 2,72}}}{0,55 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 780} = 7,17\,см\,.$$

Тогда ширина зоны отпуска определится:

$$\Delta = \frac{2l_{580} - 2l_{780}}{2} = \frac{8,77 - 7,17}{2} = 0,8\,см.$$