

Исходные данные $U = \begin{pmatrix} 7.66 \\ 7.58 \\ 7.60 \end{pmatrix}$ В $I = \begin{pmatrix} 17 \\ 16.7 \\ 16.6 \end{pmatrix}$ А $U_{\Delta P} = \begin{pmatrix} 796 \\ 609 \\ 397 \end{pmatrix}$ мВ

x :=	мм	t_{c1}	t_{c2}	t_{c3}	град.С
15					
35					
45					
55					
65					
80					
95					
115					
125					
135					
150					
165					
180					
195					
210					
230					
250					
270					
290					
310					

Температура воздуха
 $t_{ж} = \frac{21.6 + 22.8}{2}$
 $t_{ж} = 22.2$ град.С
 $l = 310$ мм

Динамическое давление $\Delta p = 81.393 \cdot 10^{-9} U_{\Delta P}^3 + 207.68 \cdot 10^{-6} U_{\Delta P}^2 + 29.82 \cdot 10^{-3} U_{\Delta P} - 0.29$ $\Delta p = \begin{pmatrix} 196.087 \\ 113.279 \\ 49.374 \end{pmatrix}$ Н/м²

$\xi = 0.955$ Коэффициент тарировки трубки Прандтля
 Плотность воздуха $\rho = 1.205 + \frac{1.165 - 1.205}{10} (t_{ж} - 20)$ $\rho = 1.196$ кг/м³
 Скорость набегающего потока $\omega = \xi \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$ $\omega = \begin{pmatrix} 17.292 \\ 13.143 \\ 8.677 \end{pmatrix}$ м/с

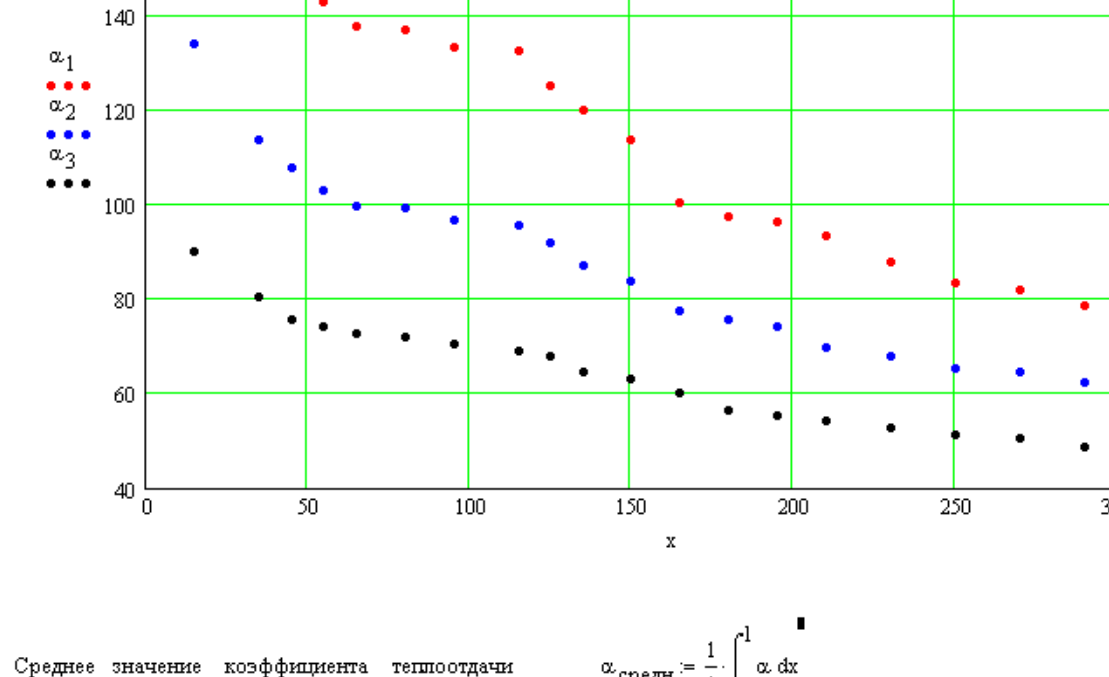
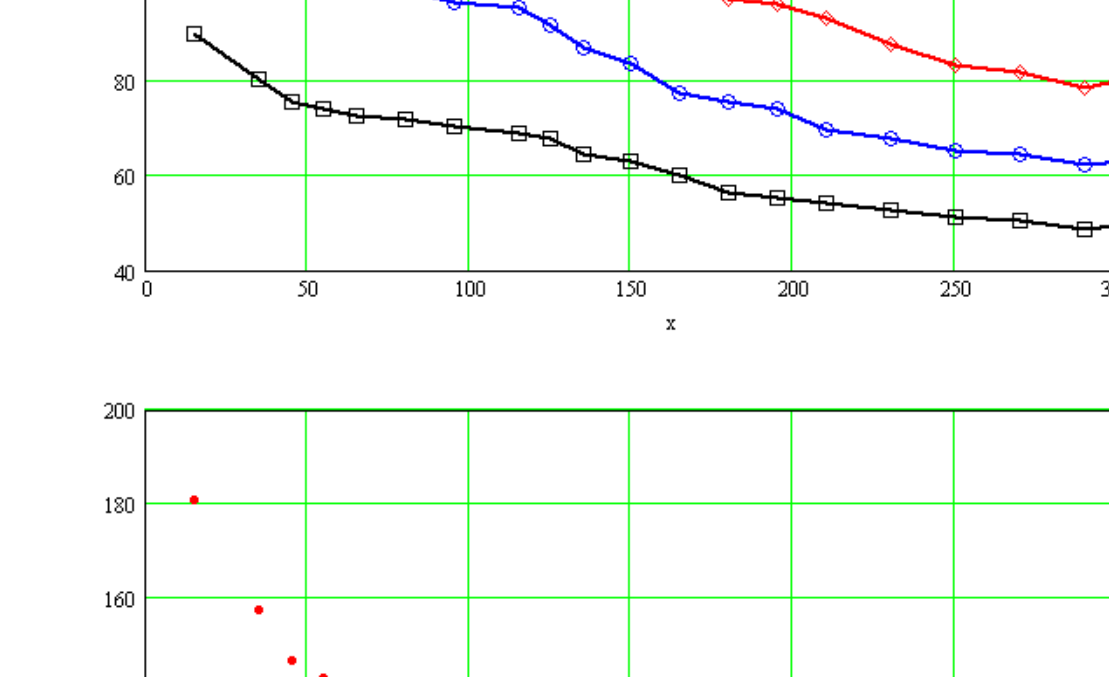
Площадь пластины $F = 6 \cdot 0.03 \cdot 0.31$ $F = 0.056$ м²
 Плотность теплового потока $q_{ст} = \frac{I \cdot U}{F}$

Первое измерение $q_{ст1} = \frac{I_0 \cdot U_0}{F}$ $q_{ст1} = 2.334 \times 10^3$ Вт/м²
 Второе измерение $q_{ст2} = \frac{I_1 \cdot U_1}{F}$ $q_{ст2} = 2.269 \times 10^3$ Вт/м²
 Третье измерение $q_{ст3} = \frac{I_2 \cdot U_2}{F}$ $q_{ст3} = 2.261 \times 10^3$ Вт/м²

Местный коэффициент теплоотдачи $\Delta t_{x1} = t_{c1} - t_{ж}$ $\Delta t_{x2} = t_{c2} - t_{ж}$ $\Delta t_{x3} = t_{c3} - t_{ж}$
 Первое измерение $\alpha_1 = \frac{q_{ст1}}{\Delta t_{x1}}$
 Второе измерение $\alpha_2 = \frac{q_{ст2}}{\Delta t_{x2}}$
 Третье измерение $\alpha_3 = \frac{q_{ст3}}{\Delta t_{x3}}$

0	0	0
0	180.906	90.077
1	157.682	80.46
2	146.773	75.616
3	143.171	74.373
4	138.088	72.699
5	137.276	72.004
6	133.354	70.654
7	132.596	69.142
8	125.467	67.896
9	120.293	64.598
10	113.839	62.979
11	100.59	60.131
12	97.644	56.523
13	96.434	55.551
14	93.348	54.089
15	88.064	52.702
16	83.645	51.385
17	81.884	50.58
18	78.841	48.727
19	81.598	50.355

График зависимости коэффициента теплоотдачи от x

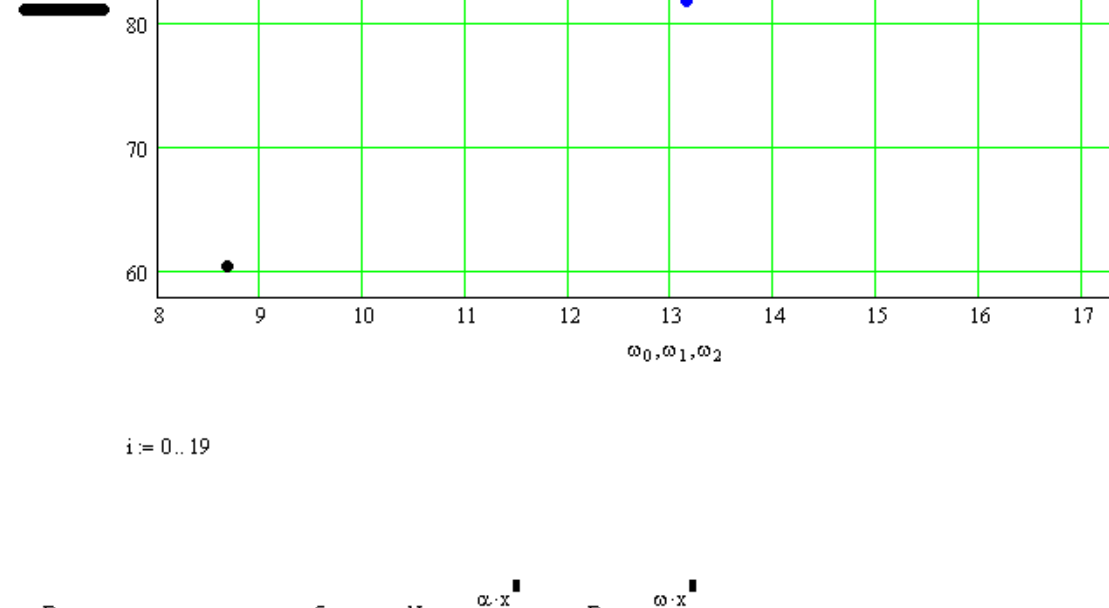


Среднее значение коэффициента теплоотдачи $\alpha_{ср\text{средн}i} = \frac{1}{l} \int_0^l \alpha dx$

$\alpha_{ср\text{средн}1} = \left(\frac{1}{2} \alpha_{10} + \sum_{k=1}^{18} \alpha_{1k} + \frac{1}{2} \alpha_{119} \right) \cdot \frac{1}{20}$ $\alpha_{ср\text{средн}1} = 110.012$ Вт/м².К

$\alpha_{ср\text{средн}2} = \left(\frac{1}{2} \alpha_{20} + \sum_{k=1}^{18} \alpha_{2k} + \frac{1}{2} \alpha_{219} \right) \cdot \frac{1}{20}$ $\alpha_{ср\text{средн}2} = 81.837$ Вт/м².К

$\alpha_{ср\text{средн}3} = \left(\frac{1}{2} \alpha_{30} + \sum_{k=1}^{18} \alpha_{3k} + \frac{1}{2} \alpha_{319} \right) \cdot \frac{1}{20}$ $\alpha_{ср\text{средн}3} = 60.516$ Вт/м².К



Вычисление чисел подобия $Nu_x = \frac{\alpha \cdot x}{\lambda}$ $Re_x = \frac{\omega \cdot x}{\nu}$

$\lambda = \left[2.593 + \frac{2.674 - 2.593}{10} (t_{ж} - 20) \right] \cdot 10^{-2}$ $\lambda = 0.02611$ Вт/м.град

$\nu = \left[15.06 + \frac{16.00 - 15.06}{10} (t_{ж} - 20) \right] \cdot 10^{-6}$ $\nu = 1.527 \times 10^{-5}$ м²/с

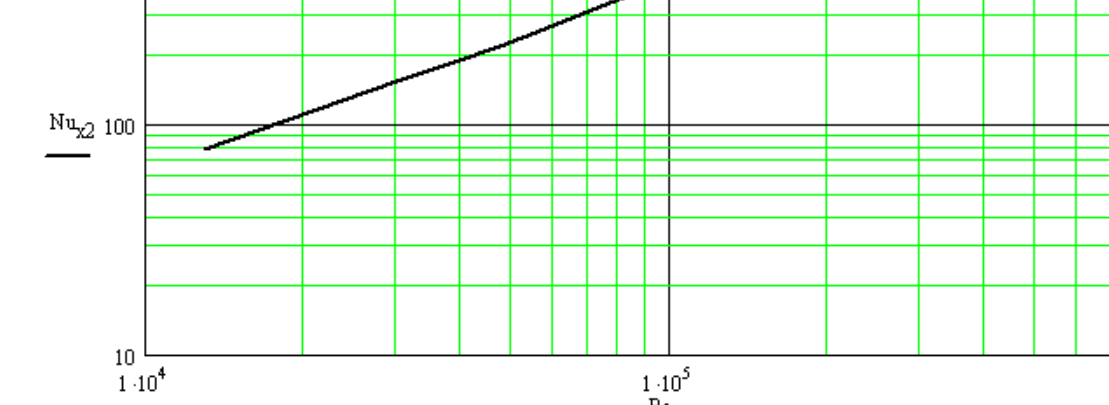
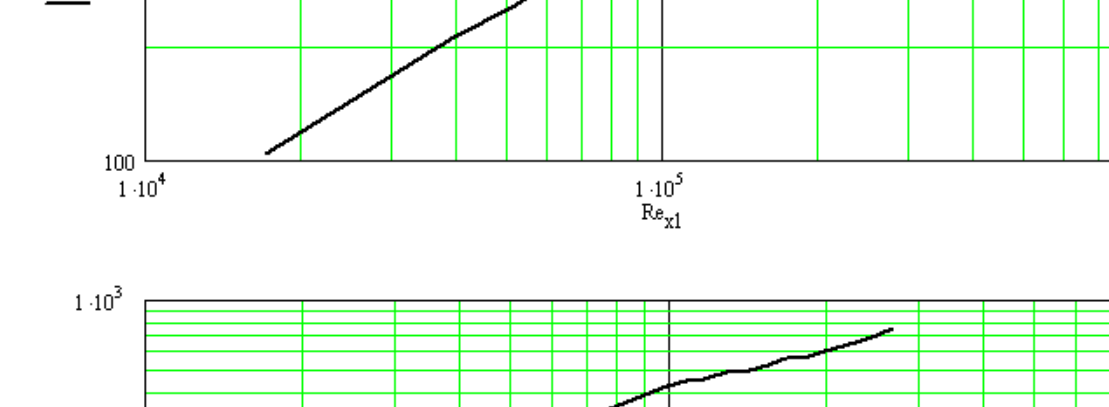
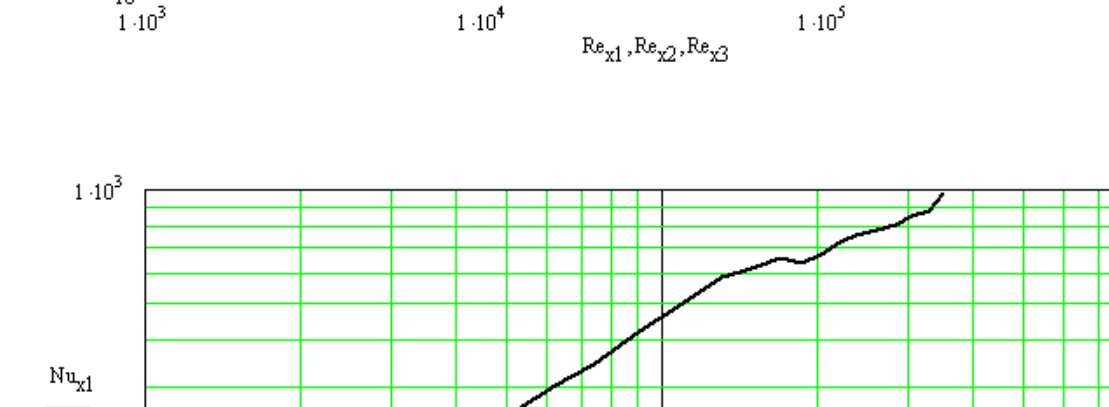
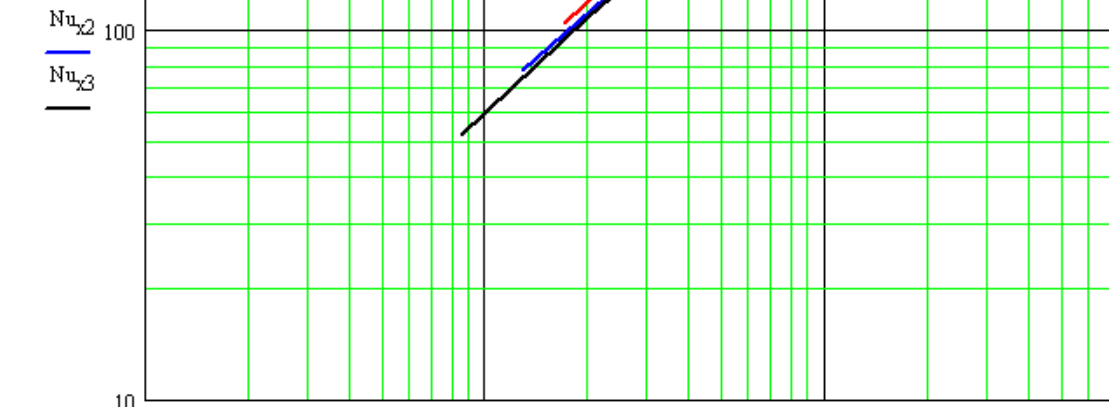
$Pr = 0.703 + \frac{0.701 - 0.703}{10} (t_{ж} - 20)$ $Pr = 0.70256$

$Nu_{x1} = \frac{\alpha_1 \cdot x_1 \cdot 10^{-3}}{\lambda}$ $Nu_{x2} = \frac{\alpha_2 \cdot x_1 \cdot 10^{-3}}{\lambda}$ $Nu_{x3} = \frac{\alpha_3 \cdot x_1 \cdot 10^{-3}}{\lambda}$

0	0	0	
0	103.937	77.122	51.752
1	211.384	152.823	107.863
2	252.978	186.195	130.332
3	301.607	217.227	156.675
4	343.79	248.807	180.994
5	420.637	304.881	220.633
6	485.235	352.762	257.089
7	584.052	421.623	304.551
8	600.708	441.519	325.07
9	622.012	451.165	334.023
10	634.039	480.946	361.832
11	655.715	489.318	380.02
12	673.195	521.346	389.693
13	720.254	553.717	414.907
14	750.837	561.449	435.064
15	775.798	600.148	464.281
16	800.944	626.015	492.037
17	846.809	666.493	523.078
18	875.735	694.17	541.241
19	968.863	754.515	597.896

$Re_{x1} = \frac{\omega_0 \cdot x_1 \cdot 10^{-3}}{\nu}$ $Re_{x2} = \frac{\omega_1 \cdot x_1 \cdot 10^{-3}}{\nu}$ $Re_{x3} = \frac{\omega_2 \cdot x_1 \cdot 10^{-3}}{\nu}$

0	0	0	
0	1.699·10 ⁴	1.291·10 ⁴	8.525·10 ³
1	3.964·10 ⁴	3.013·10 ⁴	1.989·10 ⁴
2	5.097·10 ⁴	3.874·10 ⁴	2.558·10 ⁴
3	6.23·10 ⁴	4.735·10 ⁴	3.126·10 ⁴
4	7.362·10 ⁴	5.596·10 ⁴	3.694·10 ⁴
5	9.061·10 ⁴	6.887·10 ⁴	4.547·10 ⁴
6	1.076·10 ⁵	8.178·10 ⁴	5.399·10 ⁴
7	1.303·10 ⁵	9.9·10 ⁴	6.536·10 ⁴
8	1.416·10 ⁵	1.076·10 ⁵	7.104·10 ⁴
9	1.529·10 ⁵	1.162·10 ⁵	7.673·10 ⁴
10	1.699·10 ⁵	1.291·10 ⁵	8.525·10 ⁴
11	1.869·10 ⁵	1.42·10 ⁵	9.378·10 ⁴
12	2.039·10 ⁵	1.55·10 ⁵	1.023·10 ⁵
13	2.209·10 ⁵	1.679·10 ⁵	1.108·10 ⁵
14	2.379·10 ⁵	1.808·10 ⁵	1.194·10 ⁵
15	2.605·10 ⁵	1.98·10 ⁵	1.307·10 ⁵
16	2.832·10 ⁵	2.152·10 ⁵	1.421·10 ⁵
17	3.058·10 ⁵	2.324·10 ⁵	1.535·10 ⁵
18	3.285·10 ⁵	2.497·10 ⁵	1.648·10 ⁵
19	3.511·10 ⁵	2.669·10 ⁵	1.762·10 ⁵



Уравнение прямой $Nu = c \cdot Re^n$
 $c_1 = 0.3$ $n_1 = 0.8$ $c_2 = 0.3$ $n_2 = 0.8$ $c_3 = 0.3$ $n_3 = 0.8$

Given $103.94 = c_1 \cdot (1.699 \times 10^4)^{n_1}$ $77.122 = c_2 \cdot (1.291 \times 10^4)^{n_2}$ $51.752 = c_3 \cdot (8.525 \times 10^3)^{n_3}$

$584.05 = c_1 \cdot (1.303 \times 10^5)^{n_1}$ $421.62 = c_2 \cdot (9.9 \times 10^4)^{n_2}$ $304.55 = c_3 \cdot (6.536 \times 10^4)^{n_3}$

Find $(c_1, n_1, c_2, n_2, c_3, n_3) = \begin{pmatrix} 0.0271 \\ 0.8473 \\ 0.0288 \\ 0.8339 \\ 0.0197 \\ 0.8701 \end{pmatrix}$ Значит $c_1 = 0.0271$ $n_1 = 0.8473$
 $c_2 = 0.0288$ $n_2 = 0.8339$
 $c_3 = 0.0197$ $n_3 = 0.8701$

Из теории $Nu_{жк} = 0.032 \cdot Re_{жк}^{0.8}$ при турбулентном $Nu_{жк} = 0.57 \cdot Re_{жк}^{0.5}$ при ламинарном

Вывод Режим течения турбулентный