Министерство образования Российской Федерации

Московский государственный технический университет

им. Н.Э. Баумана

кафедра «Технологии ракетно-космического машиностроения»

Домашнее задание

по ПЛАЗу

Вариант 13 316

Студент: Нестеренко В.М.

Группа: СМ 1-81

Преподаватель: Болотина И. А.

Москва

2023

Боковая проекция

$X_a := 0$ $\quad X_c := 820$ $\quad X_e := 400$ $\quad Ta := 1$ $\quad Tc := 0$

$Y_a := 62$ $\quad Y_c := 370$ $\quad Y_e := 305$

Координаты точки B:

$$X_b := \frac{Y_c - Y_a - Tc \cdot X_c + Ta \cdot X_a}{Ta - Tc} = 308$$

$$Y_b := Ta \cdot X_b - Ta \cdot X_a + Y_a = 370$$

Плоское сечение летательного аппарата представляет собой кривую 2 порядка, описываемую уравнением:

$$y^2 + a_1 \cdot xy + a_2 \cdot x^2 + a_3 \cdot y + a_4 \cdot x + a_5 = 0$$

На основании этого система линейных уравнений

$$Y_a^2 + a_1 \left(X_a \cdot Y_a\right) + a_2 \cdot X_a^2 + a_3 \cdot Y_a + a_4 \cdot X_a + a_5 = 0$$

$$Y_e^2 + a_1 \left(X_e \cdot Y_e\right) + a_2 \cdot X_e^2 + a_3 \cdot Y_e + a_4 \cdot X_e + a_5 = 0$$

$$Y_c^2 + a_1 \left(X_c \cdot Y_c\right) + a_2 \cdot X_c^2 + a_3 \cdot Y_c + a_4 \cdot X_c + a_5 = 0$$

$$a_1 \left(Y_a + X_a \cdot Ta\right) + a_2 \left(2X_a\right) + a_3 \cdot Ta + a_4 = 0$$

$$a_1 \left(Y_c + X_c \cdot Tc\right) + a_2 \left(2X_c\right) + a_3 \cdot Tc + a_4 = 0$$

Решим систему линейных уравнений по правилу Крамера

Определение коэффициентов a_i

$$\Delta := \left|\begin{pmatrix} X_a \cdot Y_a & X_a^2 & Y_a & X_a & 1 \\ X_e \cdot Y_e & X_e^2 & Y_e & X_e & 1 \\ X_c \cdot Y_c & X_c^2 & Y_c & X_c & 1 \\ Y_a + X_a \cdot Ta & 2X_a & Ta & 1 & 0 \\ Y_c + X_c \cdot Tc & 2X_c & Tc & 1 & 0 \end{pmatrix}\right| \qquad \Delta = 1.077 \times 10^9$$

$$\Delta_1 := \left|\begin{pmatrix} -Y_a^2 & X_a^2 & Y_a & X_a & 1 \\ -Y_e^2 & X_e^2 & Y_e & X_e & 1 \\ -Y_c^2 & X_c^2 & Y_c & X_c & 1 \\ -2 \cdot Y_a \cdot Ta & 2 \cdot X_a & Ta & 1 & 0 \\ -2 \cdot Y_c \cdot Tc & 2 \cdot X_c & Tc & 1 & 0 \end{pmatrix}\right| \qquad \Delta_1 = 6.304 \times 10^8$$

$$\Delta_2 := \left|\begin{pmatrix} X_a \cdot Y_a & -Y_a^2 & Y_a & X_a & 1 \\ X_e \cdot Y_e & -Y_e^2 & Y_e & X_e & 1 \\ X_c \cdot Y_c & -Y_c^2 & Y_c & X_c & 1 \\ Y_a + X_a \cdot Ta & -2 \cdot Y_a \cdot Ta & Ta & 1 & 0 \\ Y_c + X_c \cdot Tc & -2 \cdot Y_c \cdot Tc & Tc & 1 & 0 \end{pmatrix}\right| \qquad \Delta_2 = 9.681 \times 10^8$$

$$\Delta_3 := \left|\begin{pmatrix} X_a \cdot Y_a & X_a^2 & -Y_a^2 & X_a & 1 \\ X_e \cdot Y_e & X_e^2 & -Y_e^2 & X_e & 1 \\ X_c \cdot Y_c & X_c^2 & -Y_c^2 & X_c & 1 \\ Y_a + X_a \cdot Ta & 2X_a & -2 \cdot Y_a \cdot Ta & 1 & 0 \\ Y_c + X_c \cdot Tc & 2X_c & -2 \cdot Y_c \cdot Tc & 1 & 0 \end{pmatrix}\right| \qquad \Delta_3 = 1.648 \times 10^{12}$$

$$\Delta_4 := \left|\begin{pmatrix} X_a \cdot Y_a & X_a^2 & Y_a & -Y_a^2 & 1 \\ X_e \cdot Y_e & X_e^2 & Y_e & -Y_e^2 & 1 \\ X_c \cdot Y_c & X_c^2 & Y_c & -Y_c^2 & 1 \\ Y_a + X_a \cdot Ta & 2X_a & Ta & -2 \cdot Y_a \cdot Ta & 0 \\ Y_c + X_c \cdot Tc & 2X_c & Tc & -2 \cdot Y_c \cdot Tc & 0 \end{pmatrix}\right| \qquad \Delta_4 = -1.821 \times 10^{12}$$

$$\Delta_5 := \left|\begin{pmatrix} X_a \cdot Y_a & X_a^2 & Y_a & X_a & -Y_a^2 \\ X_e \cdot Y_e & X_e^2 & Y_e & X_e & -Y_e^2 \\ X_c \cdot Y_c & X_c^2 & Y_c & X_c & -Y_c^2 \\ Y_a + X_a \cdot Ta & 2X_a & Ta & 1 & -2 \cdot Y_a \cdot Ta \\ Y_c + X_c \cdot Tc & 2X_c & Tc & 1 & -2 \cdot Y_c \cdot Tc \end{pmatrix}\right| \qquad \Delta_5 = -1.063 \times 10^{14}$$

$a_1 := \dfrac{\Delta_1}{\Delta}$ $\quad a_2 := \dfrac{\Delta_2}{\Delta}$ $\quad a_3 := \dfrac{\Delta_3}{\Delta}$ $\quad a_4 := \dfrac{\Delta_4}{\Delta}$ $\quad a_5 := \dfrac{\Delta_5}{\Delta}$

$a_1 = 0.585$ $\quad a_2 = 0.899$ $\quad a_3 = 1.531 \times 10^3$ $\quad a_4 = -1.691 \times 10^3$ $\quad a_5 = -9.876 \times 10^4$

$$y^2 + a_1 \cdot x \cdot y + a_2 \cdot x^2 + a_3 \cdot y + a_4 \cdot x + a_5 = 0$$

$$y_1(x) := \frac{-\left[\left(a_1 \cdot x + a_3\right) - \sqrt{\left(a_1 \cdot x + a_3\right)^2 - 4 \cdot \left(a_2 \cdot x^2 + a_4 \cdot x + a_5\right)}\right]}{2}$$ - уравнение кривой боковой поверхности;

$k := Ta = 1$ - уравнение прямой АВ

$y(x) := \left(k \cdot x + Y_a\right)$

...ению координат:

X :=

	0
0	0
1	100
2	200
3	300
4	400
5	500
6	600
7	700
8	800
9	825

$y_1(200) = 215.236$

$$Y_{боковой} := \text{for } i \in 0..\text{длина}(X) - 1$$

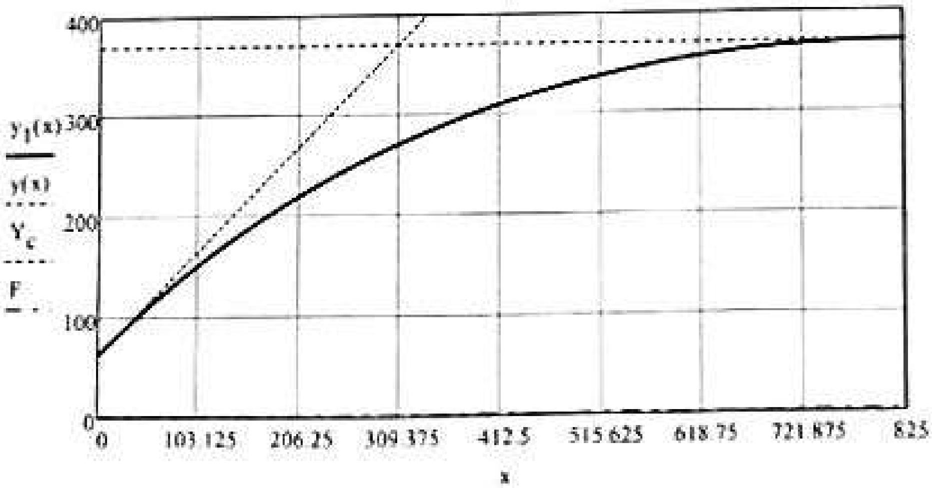
$$(POL)_{i,0} \leftarrow \frac{-\left[\left(a_1 \cdot X_{i,0} + a_3\right) - \sqrt{\left(a_1 \cdot X_{i,0} + a_3\right)^2 - 4\left[a_2\left(X_{i,0}\right)^2 + a_4 \cdot X_{i,0} + a_5\right]}\right]}{2}$$

$Y_{боковой} =$

	0
0	62
1	148.926
2	215.236
3	266.224
4	305
5	333.568
6	353.298
7	365.161
8	369.869
9	369.992

$x := 0, 0.01 .. 830$

Боковая проекция



Плановая проекция

$X_a := 0$ $\quad X_c := 820$ $\quad X_e := 410$ $\quad Ta := -0.97$ $\quad Tc := 0$

$Y_a := -62$ $\quad Y_c := -340$ $\quad Y_e := -280$

Координаты точки В:

$$X_b := \frac{Y_c - Y_a - Tc \cdot X_c + Ta \cdot X_a}{Ta - Tc} = 286.598$$

$$Y_b := Ta \cdot X_b - Ta \cdot X_a + Y_a = -340$$

Определение коэффициентов a_i по правилу Крамера:

$$\Delta_2 := \left|\begin{pmatrix} X_a \cdot Y_a & {X_a}^2 & Y_a & X_a & 1 \\ X_e \cdot Y_e & {X_e}^2 & Y_e & X_e & 1 \\ X_c \cdot Y_c & {X_c}^2 & Y_c & X_c & 1 \\ Y_a + X_a \cdot Ta & 2X_a & Ta & 1 & 0 \\ Y_c + X_c \cdot Tc & 2X_c & Tc & 1 & 0 \end{pmatrix}\right| \qquad \Delta_2 = 3.053 \times 10^9$$

$$\Delta_{21} := \left|\begin{pmatrix} -{Y_a}^2 & {X_a}^2 & Y_a & X_a & 1 \\ -{Y_e}^2 & {X_e}^2 & Y_e & X_e & 1 \\ -{Y_c}^2 & {X_c}^2 & Y_c & X_c & 1 \\ -2 \cdot Y_a \cdot Ta & 2 \cdot X_a & Ta & 1 & 0 \\ -2 \cdot Y_c \cdot Tc & 2 \cdot X_c & Tc & 1 & 0 \end{pmatrix}\right| \qquad \Delta_{21} = 8.452 \times 10^8$$

$$\Delta_{22} := \left|\begin{pmatrix} X_a \cdot Y_a & -{Y_a}^2 & Y_a & X_a & 1 \\ X_e \cdot Y_e & -{Y_e}^2 & Y_e & X_e & 1 \\ X_c \cdot Y_c & -{Y_c}^2 & Y_c & X_c & 1 \\ Y_a + X_a \cdot Ta & -2 \cdot Y_a \cdot Ta & Ta & 1 & 0 \\ Y_c + X_c \cdot Tc & -2 \cdot Y_c \cdot Tc & Tc & 1 & 0 \end{pmatrix}\right| \qquad \Delta_{22} = 8.333 \times 10^8$$

$$\Delta_{23} := \left|\begin{pmatrix} X_a \cdot Y_a & {X_a}^2 & -{Y_a}^2 & X_a & 1 \\ X_e \cdot Y_e & {X_e}^2 & -{Y_e}^2 & X_e & 1 \\ X_c \cdot Y_c & {X_c}^2 & -{Y_c}^2 & X_c & 1 \\ Y_a + X_a \cdot Ta & 2X_a & -2 \cdot Y_a \cdot Ta & 1 & 0 \\ Y_c + X_c \cdot Tc & 2X_c & -2 \cdot Y_c \cdot Tc & 1 & 0 \end{pmatrix}\right| \qquad \Delta_{23} = -7.88 \times 10^{11}$$

$$\Delta_{24} := \begin{vmatrix} X_a \cdot Y_a & X_a^2 & Y_a & -Y_a^2 & 1 \\ X_e \cdot Y_e & X_e^2 & Y_e & -Y_e^2 & 1 \\ X_c \cdot Y_c & X_c^2 & Y_c & -Y_c^2 & 1 \\ Y_a + X_a \cdot Ta & 2X_a & Ta & -2 \cdot Y_a \cdot Ta & 0 \\ Y_c + X_c \cdot Tc & 2X_c & Tc & -2 \cdot Y_c \cdot Tc & 0 \end{vmatrix} \qquad \Delta_{24} = -1.079 \times 10^{12}$$

$$\Delta_{25} := \begin{vmatrix} X_a \cdot Y_a & X_a^2 & Y_a & X_a & -Y_a^2 \\ X_e \cdot Y_e & X_e^2 & Y_e & X_e & -Y_e^2 \\ X_c \cdot Y_c & X_c^2 & Y_c & X_c & -Y_c^2 \\ Y_a + X_a \cdot Ta & 2X_a & Ta & 1 & -2 \cdot Y_a \cdot Ta \\ Y_c + X_c \cdot Tc & 2X_c & Tc & 1 & -2 \cdot Y_c \cdot Tc \end{vmatrix} \qquad \Delta_{25} = -6.059 \times 10^{13}$$

$a_{21} := \frac{\Delta_{21}}{\Delta_2}$ $a_{22} := \frac{\Delta_{22}}{\Delta_2}$ $a_{23} := \frac{\Delta_{23}}{\Delta_2}$ $a_{24} := \frac{\Delta_{24}}{\Delta_2}$ $a_{25} := \frac{\Delta_{25}}{\Delta_2}$

$a_{21} = 0.277$ $a_{22} = 0.273$ $a_{23} = -258.074$ $a_{24} = -353.45$ $a_{25} = -1.984 \times 10^4$

Определение координат:

$Y_{план} :=$ for $i \in 0 ..$ длина$(X) - 1$

$$POL_{i,0} \leftarrow \frac{-\left[\left(a_{21} \cdot X_{i,0} + a_{23}\right) + \sqrt{\left(a_{21} \cdot X_{i,0} + a_{23}\right)^2 - 4\left[a_{22} \cdot \left(X_{i,0}\right)^2 + a_{24} \cdot X_{i,0} + a_{25}\right]}\right]}{2}$$

X =

	0
0	0
1	100
2	200
3	300
4	400
5	500
6	600
7	700
8	800
9	825

$Y_{план}$ =

	0
0	-62
1	-141.183
2	-198.462
3	-242.6
4	-277.02
5	-303.377
6	-322.493
7	-334.682
8	-339.848
9	-339.99

$$y_2(x) := \frac{-\left[\left(a_{21} \cdot x + a_{23}\right) + \sqrt{\left(a_{21} \cdot x + a_{23}\right)^2 - 4\left(a_{22} \cdot x^2 + a_{24} \cdot x + a_{25}\right)}\right]}{2}$$

$k := Ta = -0.97$

$y(x) := k \cdot x - Y_a$

X

Плановая проекция