

VIII Российская конференция
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ
В АЭРОАКУСТИКЕ И АЭРОДИНАМИКЕ



20—25 сентября 2021 г., ГЕЛЕНДЖИК



ТЕОРИЯ ТОНКОГО КРЫЛА С КОНЦЕВЫМИ КРЫЛЬЯМИ

Самсонов Илья Константинович, Сумбатян Межлум Альбертович

Южный федеральный университет

Ростов-на-Дону

Постановка задачи

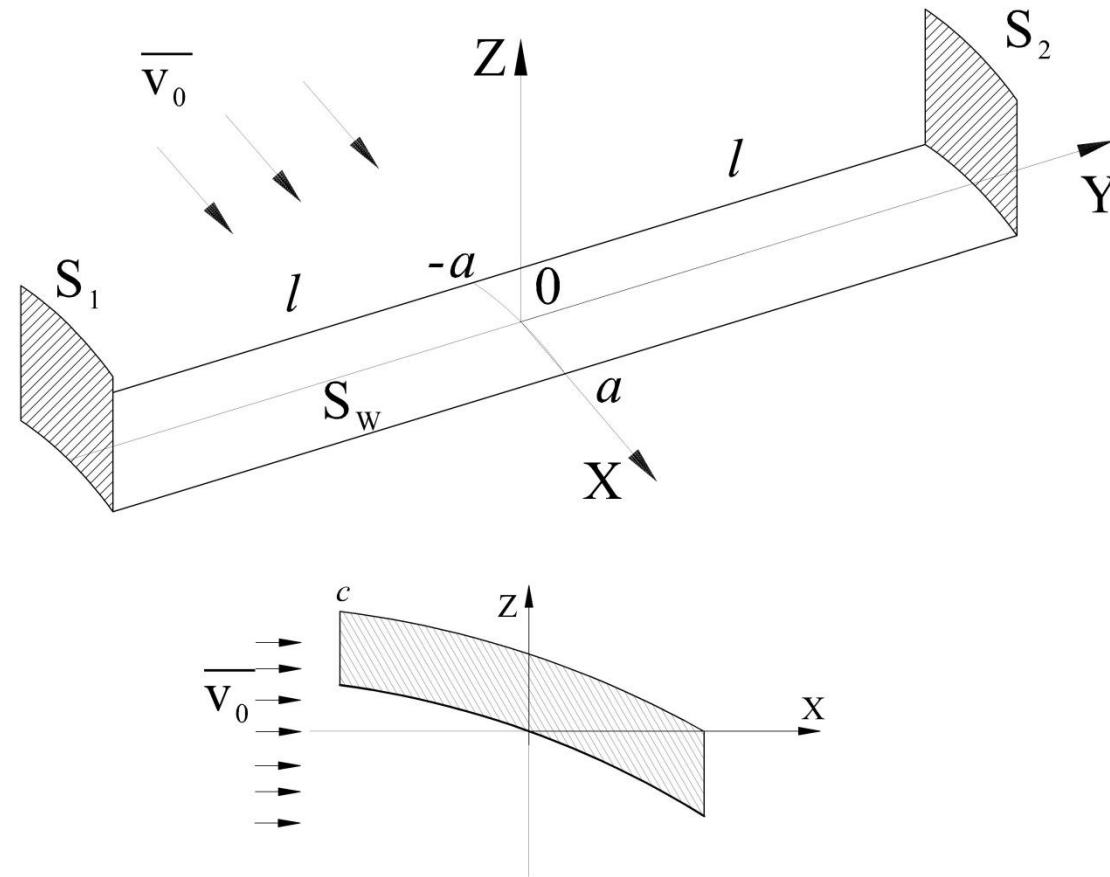


Рисунок 1: Тонкое крыло с винглетами

Теория тонкого крыла

$$\frac{1}{4\pi} \iint_S \left[\frac{x-\xi}{\sqrt{(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2}} + 1 \right] \frac{\gamma(\xi, \eta) d\xi d\eta}{(y-\eta)^2} = u_0 \frac{\partial f}{\partial x} = F(x, y) \quad (1)$$

γ - функция, связанная с распределением аэродинамического давления

u_0 - вектор скорости набегающего потока вдоль оси X

F - функция, описывающая геометрию крыла

Теория тонкого крыла с винглетами

Уравнение описывающее симметричное обтекание
основного крыла:

$$\begin{aligned}
 & \iint_{S_w} \frac{\gamma_w(\xi, \eta)}{(y - \eta)^2} \left(\frac{x - \xi}{q_{ww}} + 1 \right) d\xi d\eta + \iint_{S_{1,2}} \frac{\zeta \gamma_{1,2}(\xi, \zeta)(l + y)}{t_{w1}} \times \\
 & \left[\frac{2}{t_{w1}} \left(\frac{x - \xi}{q_{w1}} + 1 \right) + \frac{x - \xi}{q_{w1}^3} \right] + \frac{\zeta \gamma_{1,2}(\xi, \zeta)(l - y)}{t_{w2}} \times \\
 & \left[\frac{2}{t_{w2}} \left(\frac{x - \xi}{q_{w2}} + 1 \right) + \frac{x - \xi}{q_{w2}^3} \right] d\xi d\zeta = 8\pi\rho V_0^2 \frac{\partial f}{\partial x}, (x, y, 0) \in S_w
 \end{aligned} \tag{2}$$

где:

$$q_{ww} = [(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2]^{1/2}, \quad q_{w1} = [(x - \xi)^2 + (l + y)^2 + \zeta^2]^{1/2}, \quad q_{w2} = [(x - \xi)^2 + (l - y)^2 + \zeta^2]^{1/2}, \quad t_{w1} = (l + y)^2 + \zeta^2, \quad t_{w2} = (l - y)^2 + \zeta^2$$

Теория тонкого крыла с винглетами

Уравнение, описывающее симметричное обтекание

ВИНГЛЕТОВ:

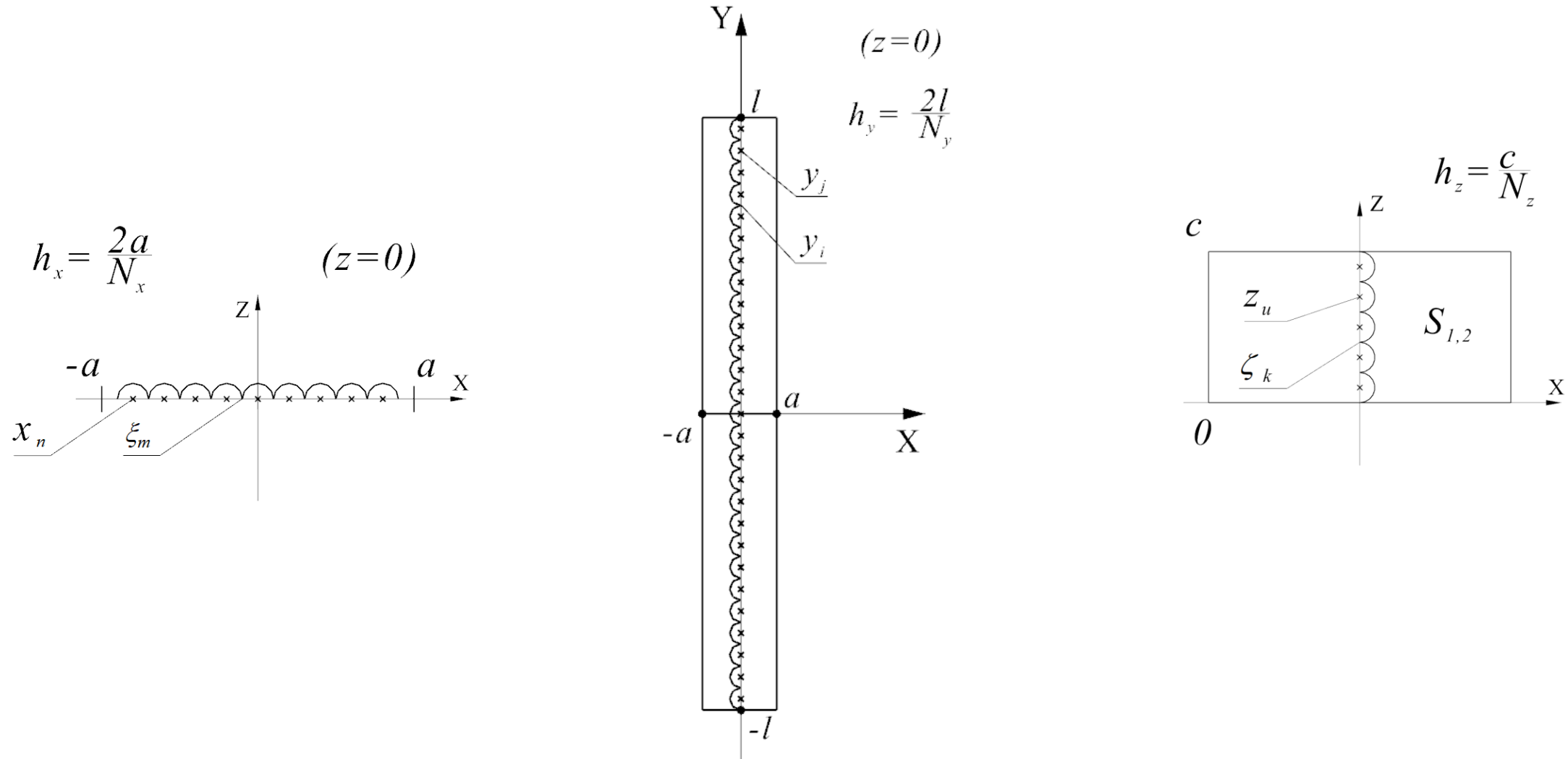
$$\begin{aligned}
 & z \iint_{S_w} \frac{(l + \eta) \gamma_w(\xi, \eta)}{t_{1w}} \left[\frac{2}{t_{1w}} \left(\frac{x - \xi}{q_{1w}} + 1 \right) + \frac{x - \xi}{q_{1w}^3} \right] d\xi d\eta + \\
 & z \iint_{S_{1,2}} \frac{\gamma_{1,2}(\xi, \zeta)}{(z - \zeta)^2} \left(\frac{x - \xi}{q_0} + 1 \right) + \frac{\gamma_{1,2}(\xi, \zeta)}{t_{12}} \times \\
 & \left[\left(\frac{8l^2}{t_{12}} - 1 \right) \left(\frac{x - \xi}{q_{12}} + 1 \right) + \frac{4l^2(x - \xi)}{q_{12}^3} \right] d\xi d\zeta = 0, \\
 & (x, 2l, z) \in S_{1,2}
 \end{aligned} \tag{3}$$

где:

$$q_{1w} = [(x - \xi)^2 + (l + y)^2 + z^2]^{1/2}, \quad q_0 = [(x - \xi)^2 + (z - \zeta)^2]^{1/2}, \quad q_{12} = [(x - \xi)^2 + 4l^2 + (z - \zeta)^2]^{1/2}, \quad t_{1w} = (l + \eta)^2 + z^2, \quad t_{12} = 4l^2 + (z - \zeta)^2$$

Дискретная форма

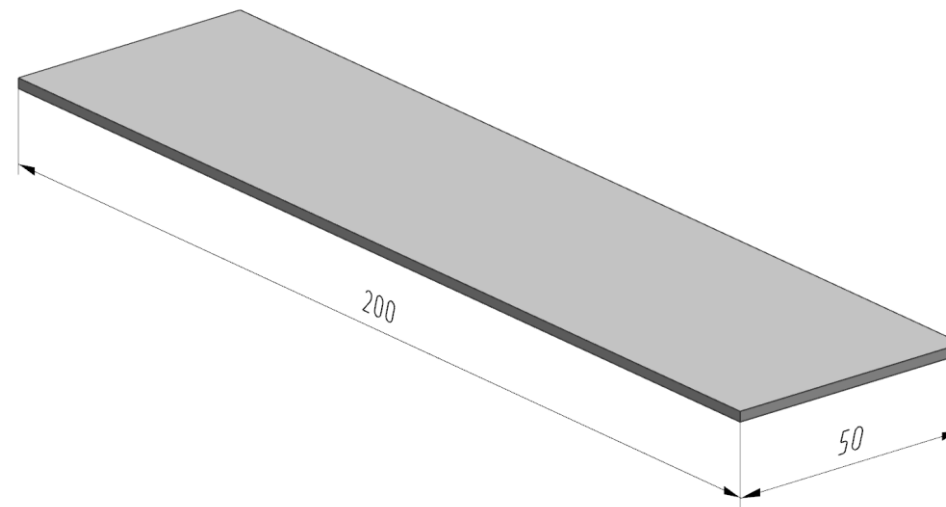
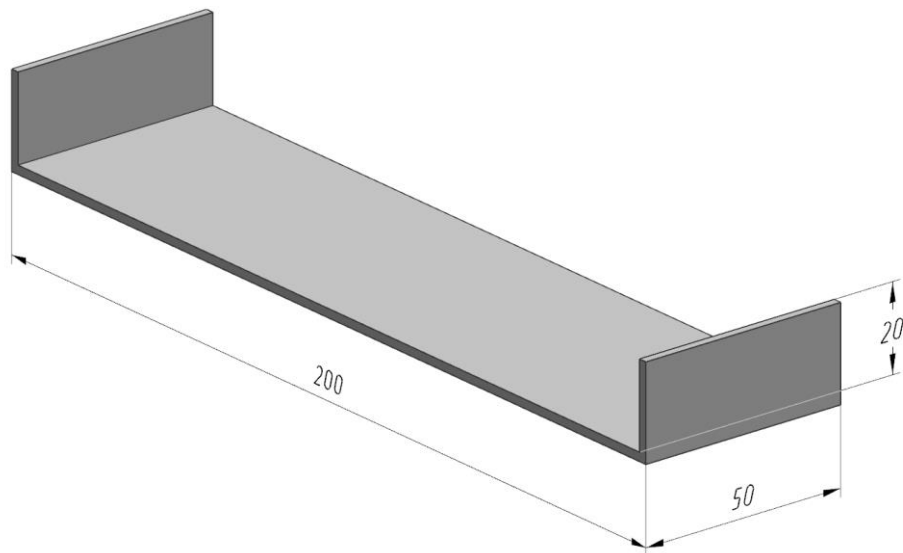
Переход к дискретной форме и разбиение отрезков на N_x , N_y и N_z частей





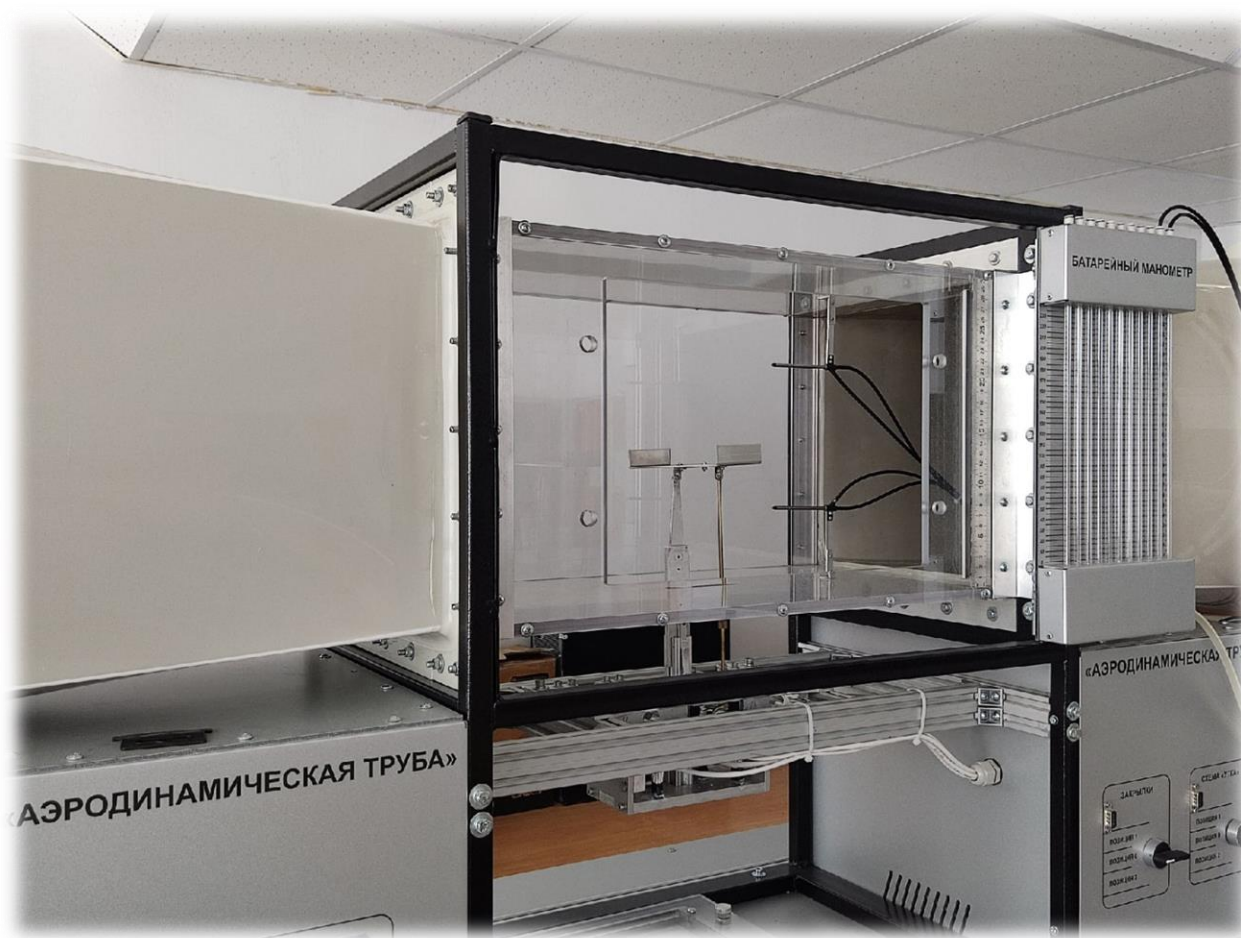
Порядок проведения эксперимента

Модели пластинок габаритами 20 см x 5 см





Порядок проведения эксперимента



Полученные данные

α / град.	Пластика	Рпод. / мН	Рпод. / мН	Пластика
4	25x15	580	310	16x5 (винглеты)
6		950	450	
8		1420	580	
10		1900	680	
12		2480	730	
14		2980	715	
16		3500	690	
18		3900	675	
4	20x10	215	320	20x10 (винглеты)
6		430	570	
8		630	810	
10		890	1060	
12		1150	1330	
14		1420	1610	
16		1660	1780	
18		1880	1860	
4	20x5	186	300	20x5 (винглеты)
6		340	480	
8		510	680	
10		650	790	
12		760	880	
14		840	890	
16		870	880	
18		910	880	



Спасибо за внимание!