

CFD Weekend

Расширение банка моделей турбулентности кода VP2/3.

*28-29 ноября в Институте прикладной математики им.
М.В.Келдыша РАН*

- 1. Спаларта-Аллмареса с коррекцией источникового члена

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \nabla) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho \nabla u_i) = G_\nabla + \frac{I}{\sigma_\nabla} \left\{ \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\mu + \rho \nabla) \frac{\partial \nabla}{\partial x_j} \right] + C_{b2} \rho \left(\frac{\partial \nabla}{\partial x_j} \right)^2 \right\} - Y;$$

- 2. Realizable k-ε модель турбулентности

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) &= \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k - \rho \epsilon; \\ \frac{\partial}{\partial t}(\rho \epsilon) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho \epsilon u_i) &= \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + \rho C_1 G_\epsilon - \rho C_2 \frac{\epsilon^2}{k + \sqrt{\nu \epsilon}} \end{aligned}$$

- 3. Модель турбулентности SST-Ментера

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \tilde{u}_j k) &= \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + \tilde{P}_k + G_b - \beta^* \rho \omega k; \\ \frac{\partial}{\partial t}(\rho \omega) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \tilde{u}_j \omega) &= \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + \frac{\alpha}{\nu_t} P_k - \beta \rho \omega^2 \\ &\quad + (1 - F_1) 2 \rho \sigma_{\omega^2} \frac{1}{\omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \end{aligned}$$

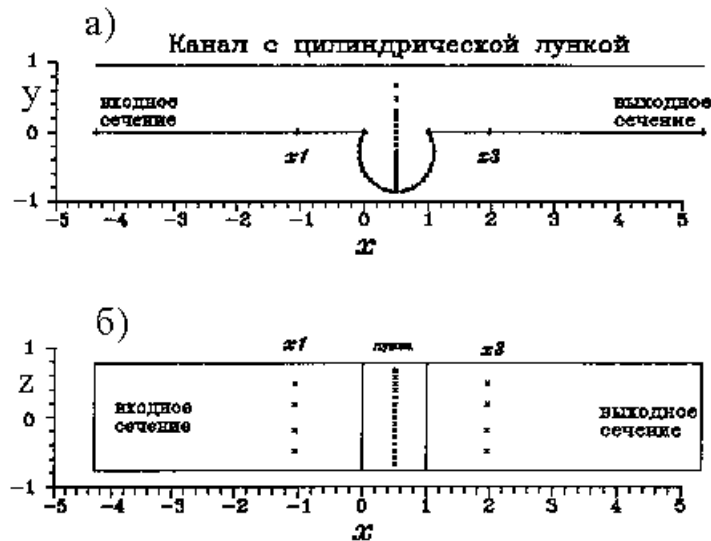
- 4. Transition SST-Ментера с четырьмя уравнениями.

$$\frac{\partial(\rho \gamma)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho U_j \gamma)}{\partial x_j} = P_{\gamma 1} - E_{\gamma 1} + P_{\gamma 2} - E_{\gamma 2} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\gamma} \right) \frac{\partial \gamma}{\partial x_j} \right]$$

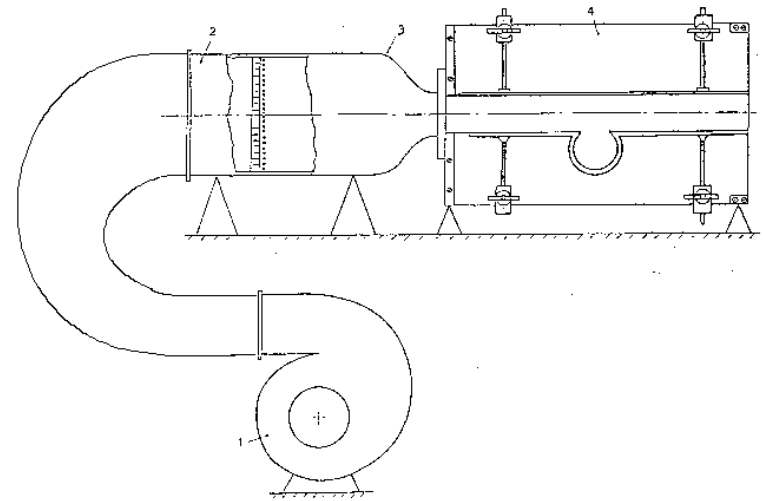
$$\frac{\partial(\rho \tilde{R} e_{\theta t})}{\partial t} + \frac{\partial(\rho U_j \tilde{R} e_{\theta t})}{\partial x_j} = P_{\theta t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\sigma_{\theta t} \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\gamma} \right) \frac{\partial \tilde{R} e_{\theta t}}{\partial x_j} \right]$$

Тестовая задача: течение в плоском канале с круговой каверной на стенке

Схема течения



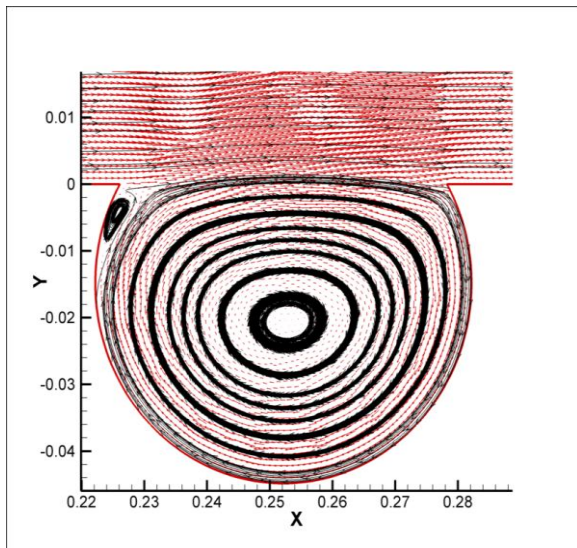
Эксперимент НИИ Механики МГУ



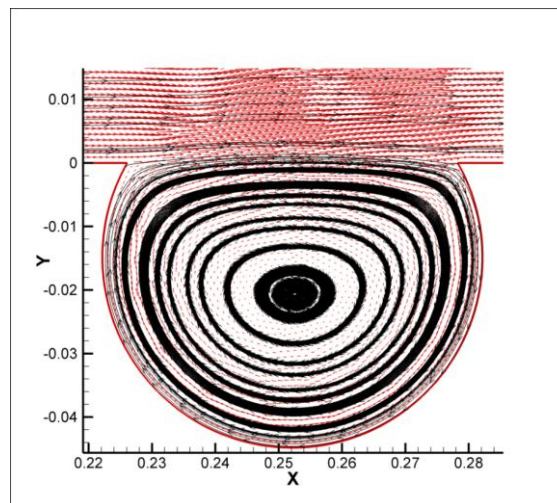
Численное моделирование проводилась при скорости набегающего потока $U=36$ м/с и числе Рейнольдса $Re = 1,34 \cdot 10^5$.

Поле векторов скорости

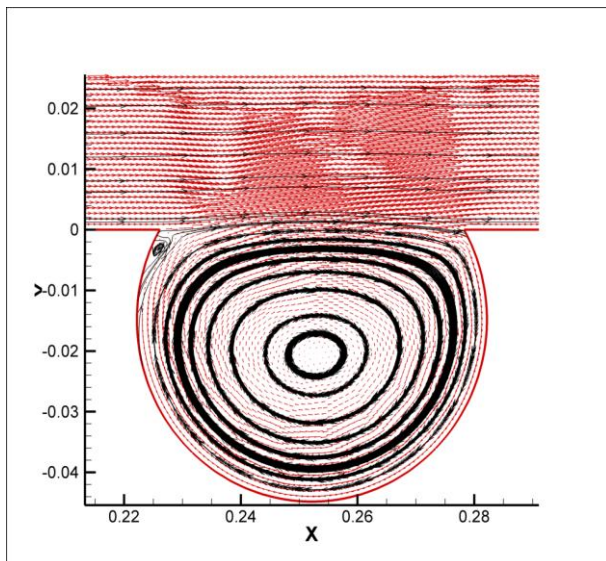
1



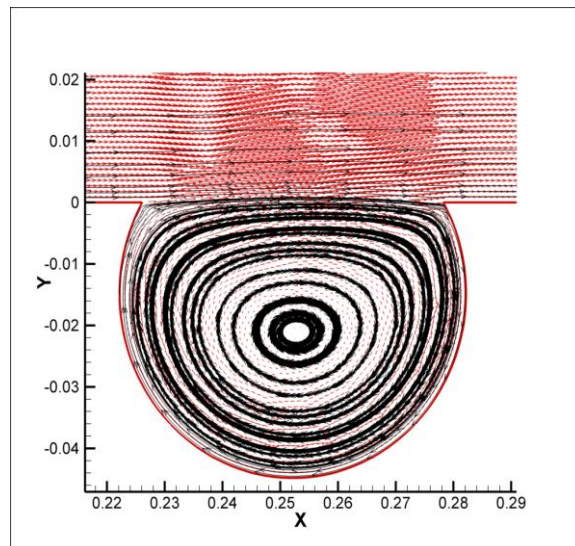
2



3

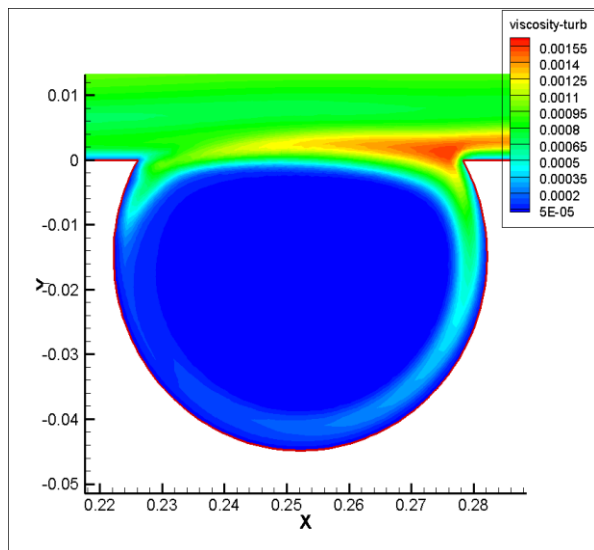


4

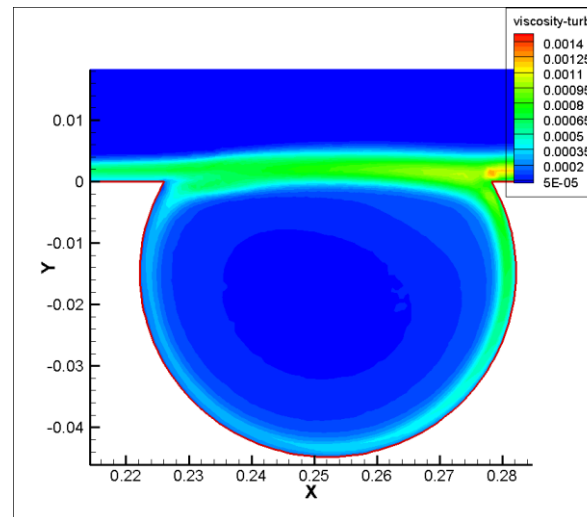


Поле вихревой вязкости

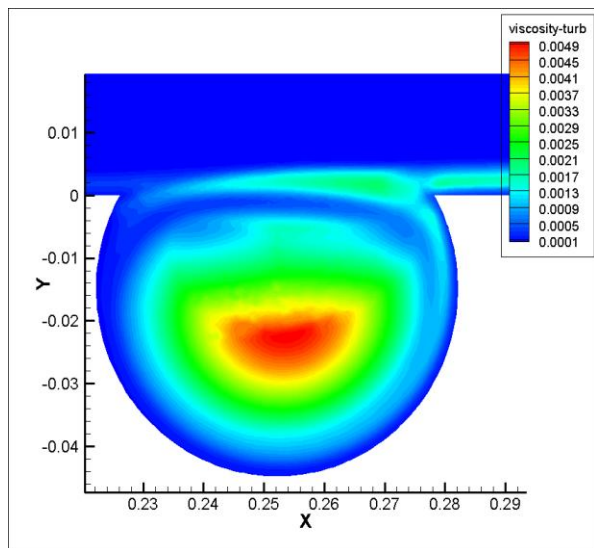
1



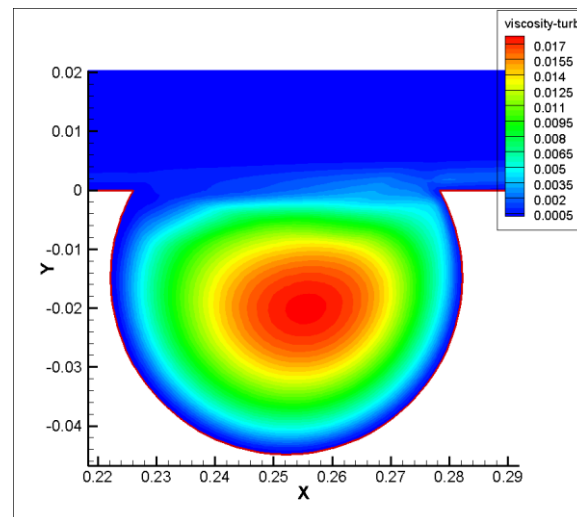
2



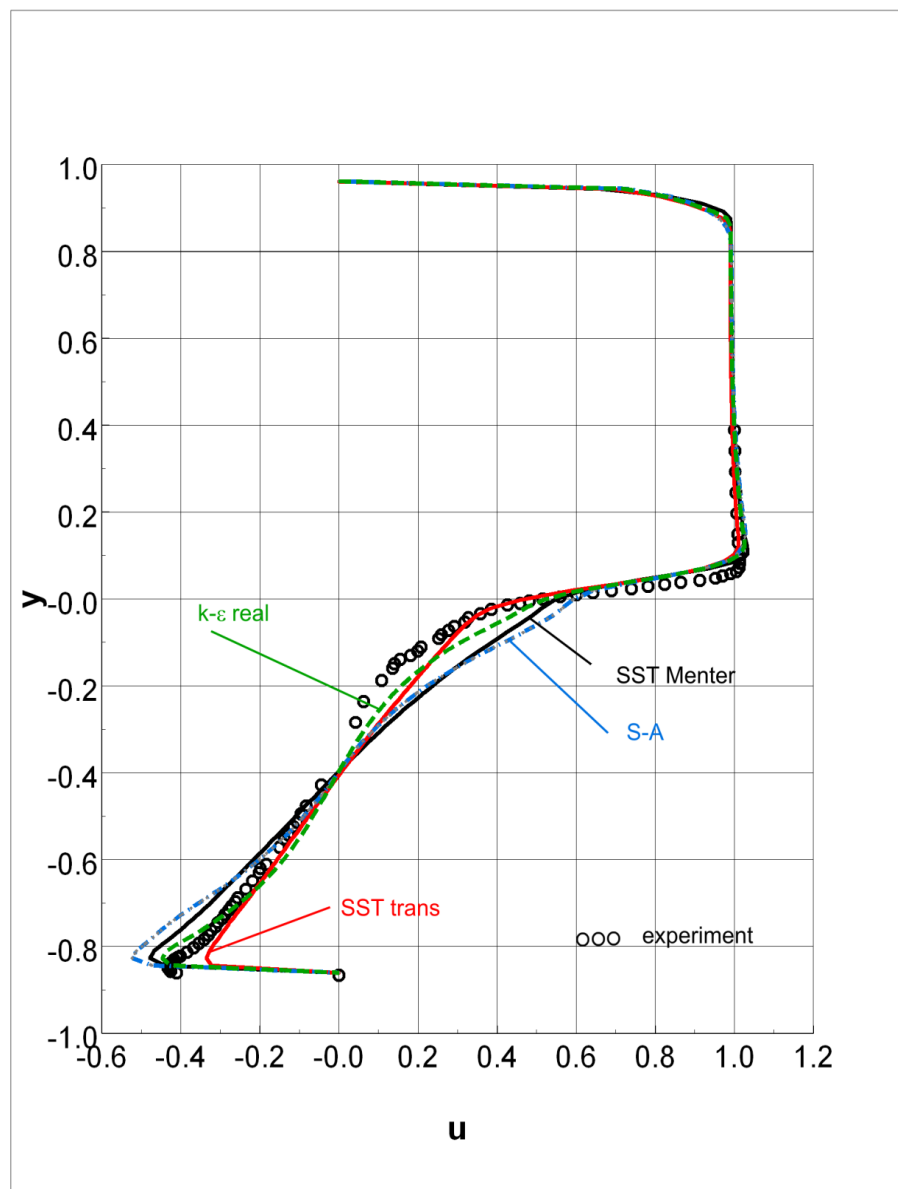
3



4

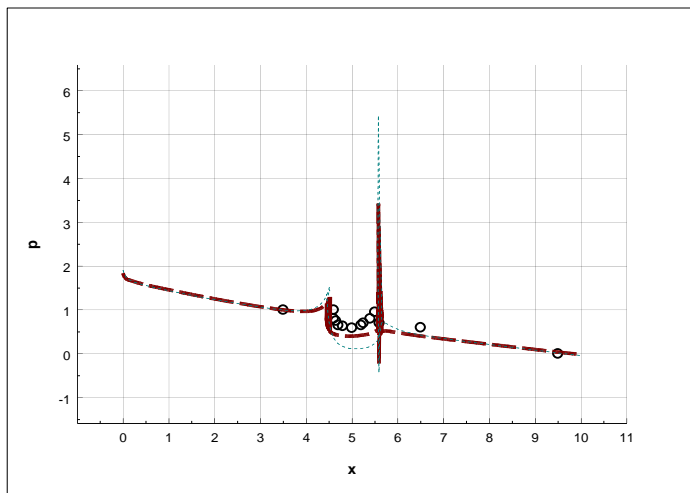


Сравнение горизонтальной составляющей осредненной скорости в срединном сечении каверны с экспериментальными данными

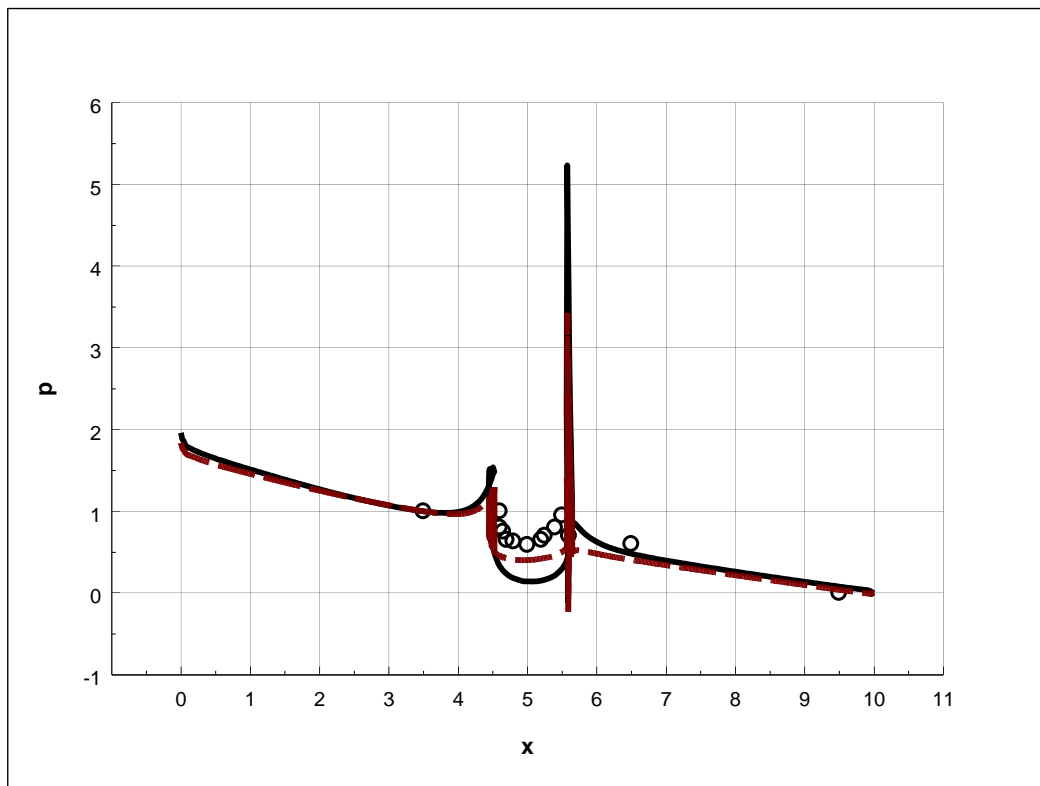


Сравнение распределение статического давления по стенке канала с экспериментальными данными

1,4



3,4



2

