

УДК 519.6

В. Скочиляс

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

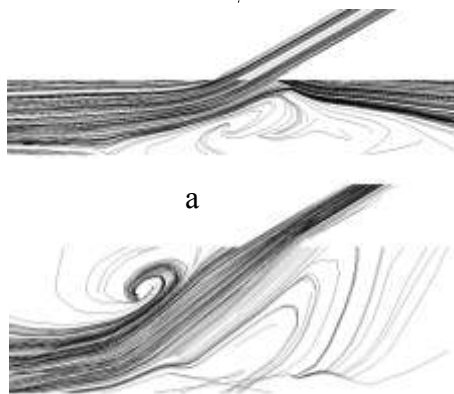
## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТУРБУЛЕНТНОГО ПОТОКУ ГАЗУ В СТРУМИННИХ ЗАХОПЛЮВАЧАХ

Розроблена математична модель процесу витікання газу крізь кільцеву конічну щілину струминного захоплювача. Рух газу описується рівняннями Нав'є-Стокса з використанням ефективної в'язкості  $\mu_e = \mu + \mu_t$ , де  $\mu_t$  - турбулентна в'язкість. Для замикання математичної моделі додаються також рівняння нерозривності, та рівняння моделі турбулентності – рівняння кінетичної енергії турбулентності та. Серед існуючих моделей турбулентності для опису потоків обмежених стінками найкраще підходить модифікована  $k-\omega$  модель [1] переносу напружень зсуву, яка у термінах кінетичної енергії турбулентності  $k$  та питомої швидкості дисипації кінетичної енергії турбулентності  $\omega$  має вигляд –

$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \frac{\partial \rho v_x k}{\partial x} + \frac{\partial \rho v_y k}{\partial y} + \frac{\partial \rho v_z k}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial z} \right) + \min \left( \mu_t \Phi, C_{lm} \varepsilon \right) - C_\mu \rho k \omega + \frac{C_4 \beta \mu_t}{\sigma_k} \left( g_x \frac{\partial T}{\partial x} + g_y \frac{\partial T}{\partial y} + g_z \frac{\partial T}{\partial z} \right); \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho \omega}{\partial t} + \frac{\partial \rho v_x \omega}{\partial x} + \frac{\partial \rho v_y \omega}{\partial y} + \frac{\partial \rho v_z \omega}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial z} \right) + \gamma \rho \Phi - \beta' \rho \omega^2 + \frac{(1 - F_1) 2 \rho \sigma_{\omega 2}}{\omega} \left( \frac{\partial k}{\partial x} \frac{\partial \omega}{\partial x} + \frac{\partial k}{\partial y} \frac{\partial \omega}{\partial y} + \frac{\partial k}{\partial z} \frac{\partial \omega}{\partial z} \right), \quad (2)$$

де  $\mu_t = \rho \frac{k}{\omega}$ ;  $\omega = \frac{\varepsilon}{C_\mu k}$ ;  $F_1$  – емпірична функція, вираз якої наведений в [1].



б)  
Рис. 1

Для проведення чисельного експерименту із застосуванням методу скінченних елементів було використано такі значення емпіричних констант:

$$C_{lm} = 10^{15}; C_\mu = 0,09; \sigma_{k1} = 1,176; \sigma_{k2} = 1;$$

$$\sigma_{\omega 1} = 2; \sigma_{\omega 2} = 1,168; \beta_1 = 0,075; \beta_2 = 0,0828;$$

$$\gamma_1 = 0,5532; \gamma_2 = 0,4403.$$

На рис. 1 представлені отримані в результаті експерименту лінії потоку утвореного при витіканні струменю повітря, через кільцеву конічну щілину струминного захоплювача, у радіальні проміжки висотою 0,25 мм (а) та 0,5 мм (б).

### Перелік посилань

1. F. R. Menter. "Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications". *AIAA Journal*. Vol. 32. pp. 1598–1605. 1994.