

Моделирование фильтра циклон

Дмитрий Богданов

СПБГПУ

15 мая 2012 г.

- 1 Постановка задачи
- 2 Определяющие уравнения
- 3 Верификация модели турбулентности

Геометрия фильтра

Таблица 1: Геометрия фильтра

Диаметр цилиндра, D	$0.205m$
Диаметр выходной трубы, D_e	$0.5D$
Высота входного канала, a	$0.5D$
Ширина входного канала, b	$0.2D$
Длина выходной трубы, h_e	$0.75D$
полная высота фильтра, H	$4.0D$
Высота цилиндра, h	$1.5D$
Диаметр нижнего сечения фильтра, B	$0.36D$

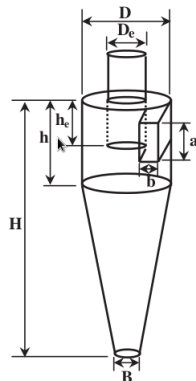


Рис. 1: Схема фильтра

Уравнения движения

Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho \vec{V}) = 0, \quad (1)$$

Уравнение баланса импульса:

$$\frac{\partial \rho \vec{V}}{\partial t} + \nabla(\rho \vec{V} \vec{V}) = -\nabla p + (\mu + \mu_t) \nabla^2 \vec{V} + \rho \vec{S}_V, \quad (2)$$

Уравнение баланса энергии:

$$\frac{\partial \rho h}{\partial t} + \nabla(\rho \vec{V} h) = \frac{\partial p}{\partial t} + (\alpha + \alpha_t) \nabla^2 h + \rho S_h, \quad \text{где } \alpha_t = \mu_t / Pr_t, \quad (3)$$

Уравнение состояния:

$$p = \rho R T \quad (4)$$

Модель турбулентности

Уравнение переноса кинетической энергии:

$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \nabla(\rho \vec{V} k) = P_k f_{rot} + \beta^* \rho k \omega + \nabla[(\mu + \mu_t) \nabla k], \quad (5)$$

Уравнение переноса удельной скорости диссипации:

$$\frac{\partial \rho \omega}{\partial t} + \nabla(\rho \vec{V} \omega) = \alpha \frac{\rho P_k}{\mu_t} f_{rot} - D_\omega + C d_\omega + \nabla[(\mu + \mu_t) \nabla \omega], \quad (6)$$

Поправка на кривизну линий тока:

$$\begin{aligned} f_{r1}(r^*, \tilde{r}) &= 2r^* \left(\frac{1 + C_{r1}}{1 + r^*} \right) [1 - C_{r3} \arctan(C_{r2} \tilde{r})] - C_{r1}, \\ \tilde{r} &= 2\Omega_{ik} S_{kj} \frac{D S_{ij}}{Dt} \frac{1}{\Omega D^3}, \quad D^2 = \max(S^2, 0.09\omega^2), \\ S^2 &= 2S_{ij} S_{ij}, \quad \Omega^2 = 2\Omega_{ij} \Omega_{ij}, \quad r^* = S/\Omega, \\ C_{r1} &= 1, \quad C_{r2} = 2, \quad C_{r3} = 1, \quad f_{rot} = \max[\min(f_{r1}, 1.25), 0] \end{aligned} \quad (7)$$

Модель частиц

Течение в трубе

Таблица 2: Параметры задачи о течении в трубе

Диаметр входного сечения, D_{in}	0.1[m]
Диаметр выходного сечения, D_{out}	0.22[m]
Длина трубы, L	0.55m
Массовый расход через входное течение трубы, Q_{in}	0.08[kg/s]
Кинетическая энергия турбулентности на входе, k_{in}	0.00375[m ² /s ²]
Удельная скорость диссипации на входе, ω_{in}	2.6[s ⁻¹]
Угловая скорость вращения на входе, w_{in}	8000[rad/min]
Давление на выходном сечении, p_{out}	101325[Pa]
Температура во входном сечении, T_{in}	300[K]
Температура стенок, T_w	300[K]

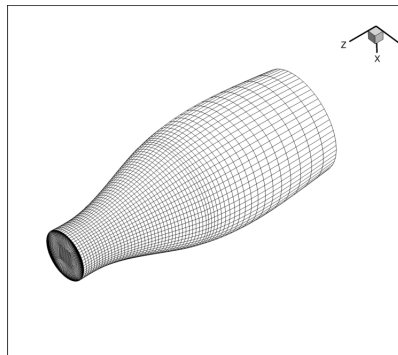


Рис. 2: Сетка для задачи о течении в трубе