

**«Комплекс программ/код VR2/3.Численное моделирование
движения твердых и жидких частиц в газовой среде»**

Исаев С.А.¹, Усачов А.Е.²,

¹ Санкт-Петербургский государственный
университет гражданской авиации

² Московский комплекс ЦАГИ

Математическая модель движения частиц

$$\frac{du_p}{dt} = F_D(u - u_p) + \frac{g_x(\rho_p - \rho)}{\rho_p} + F_x$$

где $F_D(u - u_p)$ - сила трения на единицу массы частицы;

$$F_D = \frac{18\mu}{\rho_p d_p^2} \cdot \frac{C_D Re}{24};$$

u – скорость потока, u_p - скорость частицы, μ - молекулярная вязкость,

ρ - плотность среды, d_p - диаметр частицы.

Re – относительное число Рейнольдса, которое определяется по формуле:

$$Re \equiv \frac{\rho d_p |u_p - u|}{\mu}$$

Коэффициент трения можно вычислить

$$C_D = a_1 + \frac{a_2}{Re} + \frac{a_3}{Re^2}$$

Учет влияния турбулентности на траектории движения частиц

В случае турбулентного течения для расчета траекторий частицы вместо мгновенной скорости потока u используется осредненное по Рейнольдсу значение осредненной скорости \bar{u}

$$u = \bar{u} + u',$$

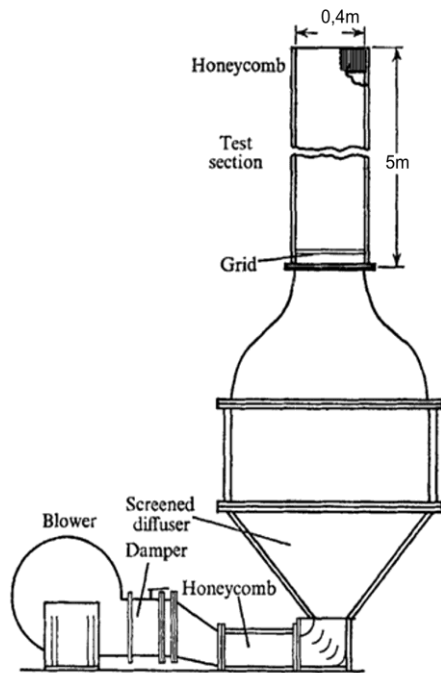
где u' - мгновенные пульсации скорости.

Discrete Random Walk (DRW)

1. Gosman, A.D. Aspects of computer simulation of liquid-fuelled combustors / A.D.

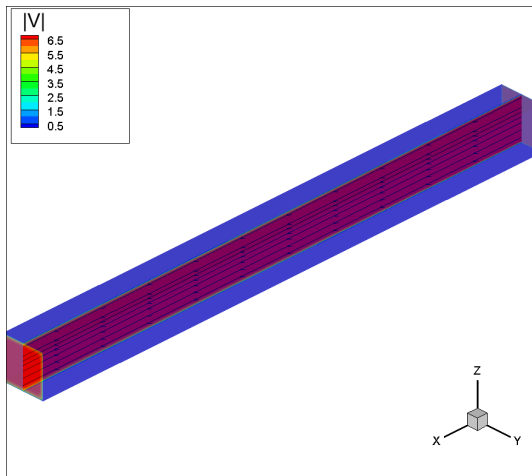
Gosman, E. Ioannides // AIAA Paper 81-0323. – 1981.

Сравнение результатов численного моделирования с данными эксперимента

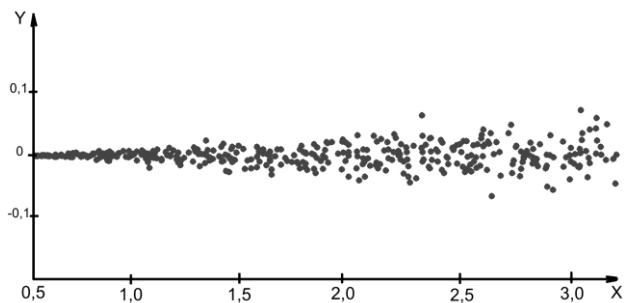


1. Snyder, W. and J. Lumley. Some measurements of particle velocity autocorrelation functions in a turbulent flow// $Re = 1,793 \times 10^5$ Journal of Fluid Mechanics, -1971.-Vol. 48.- P. 41-71
Твердые частицы меди и частицы кукурузной муки. Величина диаметра медных частиц составила 46,5 мкм, а диаметра частиц муки – 87мкм.

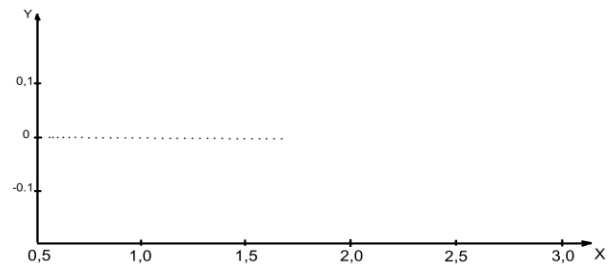
Сравнение результатов численного моделирования с данными эксперимента



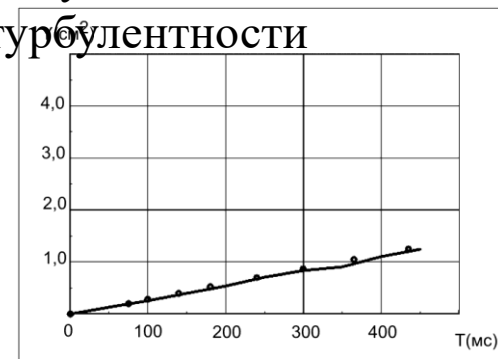
Течение в прямоугольном канале



Распространение частиц меди в прямоугольном канале



Картина траекторий частиц, без учета механизма турбулентности



Сравнение расчета и эксперимента для величины дисперсии частиц меди в канале