



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

ПРИЛОЖНА МЕХАНИКА НА ФЛУИДИТЕ

проф. д-р ИВАН. АНТОНОВ

<http://mfantonov.com>

ЛИТЕРАТУРА:



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

ИВАН. С. АНТОНОВ

**ПРИЛОЖНА МЕХАНИКА
НА ФЛУИДИТЕ**

*ВТОРО ПРЕРАБОТЕНО
И ДОПЪЛНЕНО ИЗДАНИЕ*

СОФИЯ
2016

7) ОСНОВНИ УРАВНЕНИЯ ПРИ ДВУФАЗНИ НЕИЗОТЕРМИЧНИ ТУРБУЛЕНТНИ СТРУИ

Основни уравнения при двуфазни неизотермични турбулентни струи

Разпространението на двуфазни неизотермични турбулентни струи се описва с уравненията за непрекъснатост на Рейнолдс за топлобмена приложен за всяка една от фазите. Към тях се добавя уравнението за концентрацията на примеси и уравнението за състоянието на Клайпейрон, приложено за носещата среда. Тези уравнения са описани подробно в глава първа, както и неизотермичната основа на двуфлуидната схема на течението. Още веднъж трябва да се подчертае следното:

- връзката между двете системи (за всяка фаза) са силите на междофазово взаимодействие;
- уравненията се отнасят за ососиметрични ($j=1$) и за плоски струи ($j=0$)

Видът на уравненията в двумерна постановка е следният:

$$3.82. \quad \frac{\partial}{\partial x} [y^j U_g \rho_g] + \frac{\partial}{\partial y} [y^j V_g \rho_g] = 0$$

$$3.83 \quad \frac{\partial}{\partial x} [y^j U_p \rho_p] + \frac{\partial}{\partial y} [y^j V_p \rho_p] = 0$$

$$3.84 \quad [y^j U_p] \frac{\partial \rho_p}{\partial x} + y^j V_p \frac{\partial \rho_p}{\partial y} = - \frac{\partial}{\partial y} [y^j \rho' V'] - \overline{\rho'_p V'_p}$$

$$3.85 \quad \left[y^j \rho_g U_g \right] \frac{\partial U_g}{\partial x} + \left[y^j \rho_g V_g \right] \frac{\partial U_g}{\partial y} = - \frac{\partial}{\partial y} \left[y^j \rho_g \overline{U'_g V'_g} \right] - F_x y^j$$

$$3.86 \quad \left[y^j \rho_p U_p \right] \frac{\partial U_p}{\partial x} + \left[y^j \left(\rho_p V_p + \overline{\rho'_p V'_p} \right) \right] \frac{\partial U_p}{\partial y} = - \frac{\partial}{\partial y} \left[y^j \rho_p \overline{U'_p V'_p} \right] - F_x y^j$$

$$3.87 \quad \left[y^j \rho_g U_g \right] \frac{\partial h_g}{\partial x} + \left[y^j \rho_g V_g \right] \frac{\partial h_g}{\partial y} = - \frac{\partial}{\partial y} \left[y^j \rho_g \overline{h'_g V'_g} \right] - \\ - \left[y^j \rho_g \overline{h'_g V'_g} \right] \frac{\partial U_g}{\partial y} - Q y^j + F_x y^j (U_g - U_p) + F_y y^j (V_g - V_p) - \sum_{i=1}^3 \overline{F_i V'_{pi}}$$

$$3.88 \quad \left[y^j \rho_p U_p \right] \frac{\partial h_p}{\partial x} + \left[y^j \left(\rho_p V_p + \overline{\rho'_p V'_p} \right) \right] \frac{\partial h_p}{\partial y} = - \frac{\partial}{\partial y} \left[y^j \rho_p \overline{h'_p V'_p} \right] + Q y^j$$

$$3.89 \quad P = \kappa R T_g$$

В уравнения 3.82÷3.89 се заместват h_p и h_g с техните равни съгласно (3.90). Пренебрегва се членът $\rho \overline{V'_p}$ в дясната страна на уравн. 3.84. В случая, когато се отчита подемната (Архимедовата) сила, в уравн. 3.85 се добавя членът $\rho_2 \pi^j y^{2j} g$. След тази преработка системата уравнения приема вида:

$$3.90. \quad \frac{\partial}{\partial x} \left[y^j U_g \rho_g \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[y^j V_g \rho_g \right] = 0$$

$$3.91. \quad \frac{\partial}{\partial x} \left[y^j U_p \rho_p \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[y^j V_p \rho_p \right] = 0$$

$$3.92. \left[y^j U_p \right] \frac{\partial \kappa}{\partial x} + \left[y^j V_p \right] \frac{\partial \kappa}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(y^j \frac{v_{tp}}{Sc_t} \frac{\partial \kappa}{\partial y} \right)$$

$$3.93 \left[y^j \rho_g U_g \right] \frac{\partial U_g}{\partial x} + \left[y^j \rho_g V_g \right] \frac{\partial U_g}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(y^j \rho_g v_{tg} \frac{\partial U_g}{\partial y} \right) - F_x y^j - \rho_2 \pi^j y^{2j} g$$

$$3.94 \left(y^j \rho_p U_p \right) \frac{\partial U_p}{\partial x} + \left(y^j \rho_p V_p \right) \frac{\partial U_p}{\partial y} = \left(y^j \rho_g \frac{v_{tp}}{Sc_t} \frac{\partial x}{\partial y} \right) \frac{\partial U_p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y} \left(y^j \rho_p v_{tp} \frac{\partial U_p}{\partial y} \right) + F_x y^j$$

$$3.95 \left(y^j \rho_g U_g c_{pg} \right) \frac{\partial T_g}{\partial x} + \left(y^j \rho_g V_g c_{pg} \right) \frac{\partial T_g}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(y^j \rho_g c_{pg} \frac{v_{tg}}{Pr_t} \frac{\partial T_g}{\partial y} \right) + Q y^j + F_x y^j (U_g - U_p)$$

$$3.96 \left(y^j \rho_p U_p c_{pp} \right) \frac{\partial T_p}{\partial x} + \left(y^j \rho_p V_p c_{pp} \right) \frac{\partial T_p}{\partial y} = \left(y^j \rho_p c_{pp} \frac{v_{tp}}{Sc_t} \frac{\partial x}{\partial y} \right) \frac{\partial T_p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y} \left(y^j \rho_p c_{pp} \frac{v_{tp}}{Pr_t} \frac{\partial T_p}{\partial y} \right) + Q y^j$$

$$3.100 P = \kappa R T_g$$