

TO MOTION OF TWO MEDIA IN A CLOSED CHANNEL

M.M. Saidamatov Ph.D.,
Associate professor,
I.E. Tursunov
Ass. TITLP,
M.A. Khidoyatova
Ass. TIIMSKH

Abstract: The article is devoted to the movement of the mixture of cotton and air in two branches. The purpose is to direct the high air, cotton to the canal. When a canal splits into two branches, the flow can be reversed, and the formation of clumps can have negative consequences. Replacing the boundary of the circle with a smooth curved arc relative to the flow is required to determine its shape and radius of curvature. The problem was solved using the theory of ideal fluids. Necessary formulas, numerical results have been obtained and can be used to improve the pneumo-separator.

Мақола пахта ва хаво аралашмасининг икки тармоққа ажралгандаги харакатига бағишланган. Мақсад, хавони юқори, пахтани қуйи каналга йўналтиришдан иборат. Канал икки тармоққа ажралганда оқим бурилиши жараёнида, уюрмалар пайдо бўлиши салбий оқибатларга олиб келиши мумкин. Уюрмалар чегарасини оқимга нисбатан қавариқ силлиқ эгри-чизик ёйи билан алмаштириш унинг шаклини ва эгрилик радиусини аниқлаш талаб этилади. Масала идеал суюқликлар назариясидан фойдаланиб ечилди. Керакли формулалар, сонли натижалар олинди ва уларни пневмосепараторни такомиллаштиришда ишлатилиши мумкин.

Работа посвящена к движению двух сред хлопко-воздушная смесь в канале постоянного поперечного сечения с разделением потока по двум рукавам. Движение хлопко-воздушной смеси в канале можно рассмотреть как течение двухслойной среды с разными плотностями. Задача заключается в том, чтобы воздух направить в один канал, а хлопковую смесь в другой. Во избежание нежелательных явлений в окрестности угловых точек излома контура, необходимо обеспечить плавный поворот потока. Задача решена на базе модели идеальной жидкости. Получены расчетные формулы. Проведены численные расчеты. Результаты исследования могут быть использованы в области гидравлики, гидротехники, нефтегазовой, хлопковой промышленности и др. В частности могут быть использованы в совершенствовании пневмосепаратора.

Le travail est dédié au mouvement de deux ambiances mélange coton-air en canal de section constante avec division du flux sur deux manches. Le mélange coton-air de mouvement est en canal possible de considérer comme courant de l'ambiance à deux couches avec une densité diverse. Le problème est conclu en ce que l'air pour faire un canal, mais le mélange de coton dans un autre. Afin d'éviter des phénomènes indésirables dans les environs, la pointe angulaire de la patte de chien de la barre latérale est nécessaire pour assurer le basculement fluide de l'écoulement. Le problème est résolu sur la base des modèles à liquide idéal. Les formules comptables sont reçues. Les calculs numériques sont organisés. Les résultats peuvent être utilisés dans un tamis d'amélioration.

В области хлопко-очистительной промышленности возникает проблема пневмотранспортировки и отделения хлопка-сырца от воздуха. В связи с этим данная работа посвящена к движению хлопко-воздушной смеси в канале с двумя рукавами в конце канала и рассматривать как течение двухслойной среды с разными плотностями.

Задача заключается в том, чтобы верхний слой воздух направить в один канал, а хлопковую смесь в другой.

В конце канале при разделении двух сред в окрестности точек излома контура могут обрзовыватся отрыв потока, вихревые течения, вся среда может перемещиваться, а хлопковая смесь

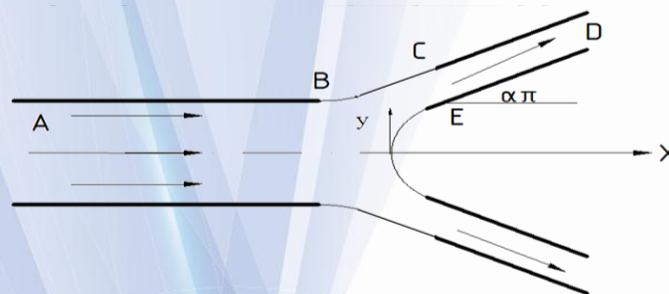
может закручиваться в жгуты и происходить накоплении хлопка-сырца, дроблении семян. При этом пропускная способность тройника ухудшается. Чтобы избавиться от вышеописанных нежелательных явлений необходимо линии раздела вихревой зоны заменить криволинейным контуром выпуклым в сторону течения и определить его формы и радиус кривизны и другие параметры канала (рис.1), обеспечивающие плавный поворот потока по рукавам.

В настоящее время разработаны различные методы решения задач струйного течения идеальной жесткости, газа или смесей со свободными границами или без неё, которые в основном приложены к плоским течениям. Эти методы обобщены проф. А.А. Хамидовым [1, 2] для решения задач о пространственных струйных течениях жидкостей. В работе [2] впервые показаны возможность получения интеграла Бернулли для плоских потенциальных жидкостей и предложены способы развитие метода Жуковского для многофазных струй идеальных жидкостей. Данная работа основана работе [1, 2] и посвящена к построению решение двумерной задачи струйного течения жидкой смеси в криволинейном канале с разделением потока по двум рукавам. При этом предположена движение смеси двух жидкостей, в закрытом горизонтальном канале постоянного поперечного сечения с плавным поворотом потока на две ветви (рис. 1).

Течения осесимметричное, плоское, движение потока стационарное. Задача решается отображением G_t - верхней полуплоскости на G_w -область комплексного потенциала и функцию Жуковского

$$\omega_n(t) = \ln \frac{V_{no}}{V_n} + i\theta. \quad (1)$$

Тогда можно построить решение задачи в параметрической форме на базе модели идеальной жидкости.



(рис. 1)

Пользуясь методом особых точек Чаплыгина для функции $W = \varphi + i\psi$ – комплексного потенциала имеем.

$$\frac{dw}{dt} = \frac{q_n}{\pi(t-d)} = f_0(t), \quad t = \xi + i\eta \quad (1)$$

Введем новую функцию [2]:

$$\omega\alpha + 1 = \ln F(\rho_n, V_n) \cdot e^{i\theta} \quad (2)$$

$$\text{где, } F(\rho_n, V_n) = \sqrt{\frac{\rho_1 V_{10}^2 + \rho_2 V_{20}^2}{\rho_1 V_1^2 + \rho_2 V_2^2}}$$

ρ_1 и ρ_2 плотности фаз.

Пользуясь предельными значениями функции Жуковского $\omega_m(t)$ и интегральной формулой Шварца получена.

$$\omega_m(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-e_0}^{-1} \frac{\theta_1(\zeta) d\zeta}{\zeta - t} + \alpha \int_{-1}^1 \frac{d\zeta}{\zeta - t} + \frac{1}{\pi} \int_1^b \frac{\theta_2(\zeta) d\zeta}{\zeta - t} \quad (3)$$

$$\omega_m(t) = \begin{cases} 0, & \text{при } -\infty < \xi < -e_0, & \eta = 0 \\ \theta_1(\xi), & \text{при } -e_0 < \xi < -1, & \eta = 0 \\ \alpha\pi, & \text{при } -1 < \xi < d, & \eta = 0 \\ \alpha_1\pi, & \text{при } d < \xi < 1, & \eta = 0 \\ \theta_2(\xi), & \text{при } 1 < \xi < b, & \eta = 0 \\ 0, & \text{при } b < \xi < \infty, & \eta = 0 \end{cases}$$

Здесь $\theta_1(t)$, $\theta_2(t)$ - углы вектора частиц жидкости вдоль криволинейных контуров E_0F и BC соответственно. Для их определения используем метод конечномерных аппроксимации

$$\theta_i(t) = At + B = \begin{cases} \alpha\pi, & \text{при } t = -1 \\ \frac{\pi}{2}, & \text{при } t = -e_0 \end{cases}$$

Следовательно $\theta_1(t) = \frac{\pi}{2(1-e_0)} [(1-2\alpha)t + (1-2e_0\alpha)]$

Аналогично $\theta_2(t) = Ct + D = \begin{cases} \alpha\pi, & \text{при } t = 1 \\ 0, & \text{при } t = b \end{cases}$

Тогда $\theta_2(t) = \frac{\alpha\pi}{1-b} (t - b)$.

$$\omega_m(t) = \alpha \ln \frac{t-1}{t+1} + \frac{\alpha}{1-b} [(b-1) + (t-b) \ln \frac{b-t}{1-t}] + \frac{1}{2(1-e_0)} [(1-2\alpha)(e_0-1) + [(1-2\alpha)t + 1 - 2e_0\alpha]] \ln \frac{1+t}{1-t}$$

После некоторых упрощений окончательно получим:

$$V_n = V_{n0} \left[\sqrt{e} \left(\frac{t+1}{t-b} \right)^\alpha \left(\frac{t-1}{t-b} \right)^{\frac{\theta_0(t)}{\pi}} \left(\frac{e_0+t}{1+t} \right)^{\frac{\theta_1(t)}{\pi}} \right] = V_{n0} f_1(t) \quad (4)$$

где $\alpha\pi$ - угол вектора скорости в верхнем канале с осью Ox .

Для геометрии задачи из (1) и (3) получим

$$\frac{d\vec{t}}{dt} = F_0 \cdot f_0(t) [f_1(t)]^{-1} \quad (5)$$

$$F_0 = \sqrt{\frac{\rho_1 q_1^2 + \rho_2 q_2^2}{\rho_1 V_{10}^2 + \rho_2 V_{20}^2}}, \quad \frac{q_n}{V_{n0}} = \frac{HV_{nA}}{V_{n0}} = H \cdot F^{-1} = F_0$$

Пользуясь правилами раскрытия неопределенности Бернулли-Лопиталья, для величины скорости частицы жидкости в начале канала в точке А ($t=\pm\infty$) имеем:

$$V_{nA} = V_{n0} \cdot e^{3\alpha - \frac{1}{2}}, \quad 0 < \alpha < \frac{1}{2} \quad (6)$$

Аналогично скорость в конце канала в точке D ($t=d$)

$$\widehat{V}_{nD} = N_0 \left| \widehat{V}(d) \right| \cdot e^{i\alpha\pi},$$

$$\text{где, } N_0 = \frac{V_{no}}{V_{nA}} = e^{\frac{1}{2}-3\alpha} \quad (7)$$

Интегрируя уравнения (3) по t и учитывая $z(-e_0, 0) = 0$ получим

$$\bar{z}(t) = F \int_{-e_0}^t \frac{d\bar{z}}{dt} \cdot dt \quad (8)$$

Радиусы кривизны криволинейных контуров E₀F и BC определяются формулой.

$$|R_i| = \left| \frac{d\bar{z}}{dt} \cdot \frac{dt}{d\theta_i} \right|, \quad (i=1,2) \quad (9)$$

$$\text{где, } \frac{d\theta_1}{dt} = \frac{\pi}{2} \left(\frac{1-2\alpha}{1-e_0} \right) \text{ при } i=1 \quad \text{и} \quad \frac{d\theta_2}{dt} = \alpha\pi \cdot \frac{b}{b-1} \text{ при } i=2$$

В формулы (1)-(9) вошли неизвестные параметры отображения: $e_0 > 1$, $-1 < d < 1$ и $b > 1$
Для их определения из (7) и (9) имеем:

$$\begin{cases} \sqrt{e} \cdot \left(\frac{d+1}{1-d} \right)^\alpha \cdot \left(\frac{1-d}{b-d} \right)^{\frac{\theta_2(d)}{\pi}} \cdot \left(\frac{e_0+d}{1+d} \right)^{\frac{\theta_1(d)}{\pi}} = 1 \\ R_1(-e_0) = R_1(-1), \\ R_2(1) = R_2(b) \end{cases} \quad (10)$$

Таким образом для решения задачи получены все необходимые формулы в виде аналитических функций удовлетворяющие всем краевым условиям задачи.

Пользуясь теоремой об изменении количество движения и массы жидкой смеси, результирующая сила, действующая на эту массу

$$2(P_A - P_0)H - X, \quad (11)$$

Которая равна приращению в единицу времени количеству движения массы жидкости:

$$2(\rho_1 q_1 V_{10} + \rho_2 q_2 V_{20}) \cos \alpha\pi - 2(\rho_1 q_1 V_{1A} + \rho_2 q_2 V_{2A}) \quad (12)$$

Приравняв (11) и (12) получим

$$2(P_A - P_0)H - X = 2(\rho_1 q_1 V_{10} + \rho_2 q_2 V_{20}) \cos \alpha\pi - 2(\rho_1 q_1 V_{1A} + \rho_2 q_2 V_{2A})$$

где X - сила сопротивления стенки E₀F_D.

Согласно интегралу Бернулли для смеси:

$$P_A + \frac{1}{2}(\rho_1 V_{1A}^2 + \rho_2 V_{2A}^2) = P_D + \frac{1}{2}(\rho_1 V_{1D}^2 + \rho_2 V_{2D}^2)$$

получены выражение для избыточного давления.

$$\Delta P = P_A - P_0 = \frac{1}{2} [(\rho_1 V_{10}^2 + \rho_2 V_{20}^2) - (\rho_1 V_{1A}^2 + \rho_2 V_{2A}^2)]$$

Отсюда приравняв (11) и (12) для сопротивления получим

$$X = H(\rho_1 V_{1A}^2 + \rho_2 V_{20}^2) [1 - 2f(\alpha) \cos \alpha \pi + f^2(\alpha)] \quad (13)$$

Тогда коэффициент сопротивления имеет вид

$$C_x = \frac{1 - 2f(\alpha) \cos \alpha \pi + f^2(\alpha)}{\bar{F}}$$

$$\text{где, } f(\alpha) = \sqrt{\frac{g_{1c} + g_{2c}}{1 + g}}, \quad g_{1c} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \left(\frac{V_{1c}}{V_{2A}}\right)^2, \quad g_{2c} = \left(\frac{V_{2c}}{V_{2A}}\right)^2$$

$$\bar{F} = \sqrt{\frac{1 - f_2(1 - g)}{1 + g}}, \quad g = \frac{\rho_2 V_{20}^2}{\rho_1 V_{10}^2}, \quad f_1 + f_2 = 1, \quad f_1, f_2 - \text{концентрации фаз.}$$

ρ_1 и ρ_2 - плотность смеси, ρ_1 - плотность воздуха, V_{iA} и V_{iD} ($i = 1, 2$)-скорости смеси в начале и в конце канала.

Если не учесть концентрации фаз то $q_1 = HV_{1A}$, $q_2 = HV_{2A}$. Тогда

$$C_x = 1 - 2 \frac{1 + f_0(A)f_0(D)}{f_0(AD) + f_0(A)f_0(D)} \cos \alpha \pi + \frac{1 + f_0^2(D)}{f_0^2(AD) + f_0^2(D)}$$

$$\text{где } f_0(A) = \sqrt{\frac{\rho_1 V_{2A}}{\rho_2 V_{1A}}}, \quad f_0(D) = \sqrt{\frac{\rho_1 V_{2D}}{\rho_2 V_{1D}}}, \quad f_0(AD) = \frac{V_{1A}}{V_{1D}}$$

Для идеальной несжимаемой жидкости, необходимо положить $\rho_1 = \rho_2$. Для односкоростной жидкости

$$V_{1A} = V_{2A}, \quad V_{1D} = V_{2D} \quad \text{тогда}$$

$$C_x = 1 - 2\tilde{V}_A \cos \alpha \pi + \tilde{V}_A^2$$

Где $\tilde{V}_A = \frac{V_{1A}}{V_{1D}}$, V_{1A} и V_{1D} - скорости потока в начале и в конце канала.

Результаты численного анализа показывает, что коэффициент сопротивления колеблется в пределе

$$0,517 \leq C_x \leq 0,620 \quad \text{при } 0,3 \leq g \leq 0,781, \quad 0,21 \leq f_2 \leq 0,42 \quad \text{и } \alpha = \frac{1}{6}(30^\circ)$$

При этом дуга ВС- очень близка к дуге окружности.

Предложенная схема показывает, что течения обеспечивает равномерное движение потока до и после поворота.

Результаты исследования могут быть использованы в области гидравлики, гидротехники, нефтегазовой, хлопковой промышленности и др. В частности при пневмотранспортировки хлопка-сырца и её продукции.

Литературы.

1. Хамидов А.А. Плоские и осесимметрические задачи в струйном течении идеальной несжимаемой жидкости. Фан. Ташкент-1978. 178 с.
2. Хамидов А.А. Худойкулов С.И. Теория струй многофазных вязких жидкостей. Ташкент-2003, 140 с