

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ СЕКЦИИ ОЧИСТКИ СУШИЛЬНОГО БАРАБАНА

Шамсиев Ислон Раббим угли

докторант,
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: shamsiyev.islom@mail.ru

Парпиев Азим Парпиевич

д-р техн. наук, профессор
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: parpiyev-2021@mail.ru

Усманов Хайрулла Сайдуллаевич

канд. техн. наук, доцент
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: usmanov.khayrulla@mail.ru

Якубов Камолитдин Нуриддин угли

докторант,
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: yakub2018@mail.ru

INVESTIGATION OF THE AERODYNAMIC MODES OF THE DRYING DRUM PURIFICATION SECTION

Islom Shamsiyev

Postdoctoral Student,
Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Uzbekistan, Tashkent

Azim Parpiyev

Doctor of Technical Sciences,
Professor of Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Uzbekistan, Tashkent

Hayrulla Usmanov

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Uzbekistan, Tashkent

Bakhtiyor Karshiyev

Postdoctoral Student, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В технологии первичной обработки хлопка присутствует процесс сушки хлопка-сырца. При осуществлении этого процесса в сушильном барабане образуется смесь сушильного агента (горячего воздуха) с пылью и легкими мелкими сорными примесями. Задачей этих теоретических исследований является обоснование варианта отсоса и очистки воздушного потока с сорными примесями, образующихся в процессе сушки хлопка-сырца, с получением основных параметрических характеристик и граничных их показателей.

ABSTRACT

In the technology of primary processing of cotton, there is a process of drying raw cotton. When this process is carried out, a mixture of a drying agent (hot air) with dust and light small trash impurities is formed in the drying drum. The task of these theoretical studies is to substantiate the variant of suction and purification of the air flow with trash impurities formed in the process of drying raw cotton, with the receipt of the main parametric characteristics and their boundary indicators.

Ключевые слова: хлопок-сырец, сушка, сушильный барабан, сорные примеси, пыль, очистка, движение жидкости.

Keywords: raw cotton, drying, drying drum, trash, dust, cleaning, fluid movement.

Введение. В хлопкоочистительной промышленности одним из важнейших проблем является очистка воздушного потока от посторонних примесей, в частности от пыли и сорных примесей [1].

В процессе первичной переработки хлопка-сырца и его производных (транспортировке, сушке, очистки, джинировании, линтеровании и переработки волокнистых отходов) на территорию и в атмосферу предприятия выделяется большое количество пыли [5].

Выделяемая пыль состоит в основном из трех фракций: загрязненные частицы – частицы куста хлопчатника; волокнистые и минеральные частицы; выделяемые во время первичной переработки хлопка минеральные, органические и волокнистые соединения.

Поэтому необходимо, по мере возможности, максимально уменьшить количество выделяемой пыли и сора из хлопка на самом начальном первом технологическом процессе переработки хлопка, т.е. при его сушке и обеспечить равномерный отсос пыли по длине сушильного барабана [6].

Результаты исследований. Для решения задачи в данной работе предложена схема (рис. 1) движения двух сред (пылевоздушной смеси) по горизонтальной трубе прямоугольной или скрученной формы с присоединением нескольких боковых каналов (труб). Основной задачей является уточнение и определение оптимальных углов наклона магистрального канала (трубопровода), расположенного горизонтально и углов присоединения боковых каналов (труб, притоков и других геометрических и механических характеристик течения), через которые обеспечивается равномерный отсос пылевоздушной смеси и сорных примесей из сушильного барабана.

Данная задача решается на базе модели несжимаемой жидкости используя комплексные методы изменяемых функций [2]. При этом вторичный поток, т.е. рассмотрение потенциального потока и движение смеси рекомендуется рассматривать стационарным.

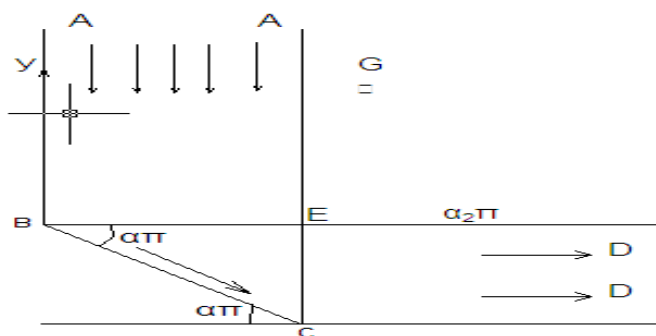


Рис.1 Область течения.

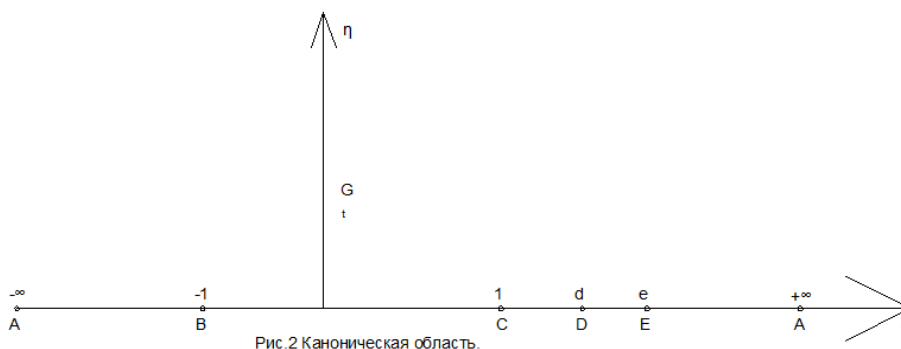


Рис.2 Каноническая область.

Рисунок 1. Движение двух сред (смеси) в закрытом канале

Имеются ряд работ [2; 3] по теоретическому и численному решению струйных течений смеси жидкости. Исследования струйного течений смеси идеальной жидкостей с постоянной концентрацией без фазовых превращений и без образования однофазной зоны даёт аналитические формулы для определения основных гидроаэродинамических и других параметров течения смеси. [2. 3. 4]. В дальнейшем следуя этому методу построим решение двумерной задачи струйного течения жидкой смеси (двух сред) в канале по схеме изображенной на рис.1. Для решения задачи об обеспечении равномерного отсоса

двух сред поступающего вниз по вертикальному каналу (по параметру BE рис.1) будет использована теория струй идеальной жидкости с применением методов теории функций комплексного переменного [3]. Задача решается в параметрической форме. За вспомогательную область принята верхнее значение C_t – (рис. 2) $t = \xi_{ti\eta}$ - переменный параметр.

Задача решается отображением области G_t (рис. 2) на область комплексного потенциала $W_{(t)} = \varphi + i\psi$ и использованием функции Жуковского

$$\omega_n(t) = \tau + i\theta \quad \text{или} \quad \omega_n(t) = \ln F(\rho_{n1} v_n) e^{i\theta} \quad (1)$$

Здесь $i = \ln \frac{V_{n0}}{V_n} = \ln F(\rho_{n1} v_n) \theta(t)$ = угол вектора скорости,

φ – потенциал скорости, ψ – функция тока.

$$F(\rho_{n1} v_n) = \sqrt{\frac{\rho_1 V_{10}^2 + \rho_2 V_{20}^2}{\rho_1 V_1^2 + \rho_2 V_2^2}} = \frac{V_{n0}}{V_n} \quad (n = \overline{1,2}) \quad (2)$$

В случае однофазной (односкоростной) жидкости $\omega(t) = \ln \frac{V_0}{v} + i\theta, m, e \quad F = (\rho_n, V_n) = \frac{V_0}{v} \quad V_0 = const.$

В данном случае производная функции $V_n(t)$ по t будет

$$\frac{dW_n}{dt} = -\frac{q_n}{\pi(t-d)} \quad (3)$$

Пользуясь предельными значениями функции Жуковского $\omega_n(t)$ получим

$$J_m \omega_n(t) = \begin{cases} -\frac{\pi}{2} \text{ при } -\infty < \xi < -1, \eta = 0; \\ -\alpha\pi \text{ при } -1 < \xi < 1, \eta = 0; \\ 0 \text{ при } 1 < \xi < d, \quad d < \xi < e, \eta = 0; \\ -\frac{\pi}{2} \text{ при } e < \xi < \infty, \eta = 0; \end{cases}$$

Отсюда для скоростей каждой фазы по интегральной формуле Шварца [4] имеем

$$\omega_n(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{J_m \omega_n(t)}{\xi - t}$$

В развернутом виде

$$\omega_n(t) = \frac{1}{\pi} \left[-\frac{\pi}{2} \int_{-\infty}^{-1} \frac{d\xi}{\xi - t} - \alpha\pi \int_{-1}^1 \frac{d\xi}{\xi - t} - \frac{\pi}{2} \int_e^{\infty} \frac{d\xi}{\xi - t} \right]$$

Тогда выражение для отряженной комплексной скорости

$$V_n = V_{n0} \frac{(t-1)^\alpha (t+1)^{\frac{1}{2}-\alpha}}{\sqrt{t-e}} \quad (4)$$

Для геометрии задачи пользуясь (3) и (4)

$$\frac{dz}{dt} = -\frac{F}{\pi} * \frac{\sqrt{t-e}}{(t-1)^\alpha (t+1)^{\frac{1}{2}-\alpha}} * \frac{L_A}{t-d} = -\frac{F}{\pi} \sqrt{\frac{t-e}{t+1}} * \left(\frac{t+1}{t-1}\right)^\alpha * \frac{L_A}{t-d} \quad (5)$$

где $F = \frac{V_n}{V_{n0}} = \sqrt{\frac{\rho_1 q_1^2 + \rho_2 q_2^2}{\rho_1 V_{10}^2 + \rho_2 V_{20}^2}}$ в частности

Если учесть что

при условии $F = L_A = H$ – в начале канала

$$q_n = HV_{n0}f_n, \text{ то } F = H \sqrt{\frac{(1-f_2)^2 + f_2^2 g}{1+g}} \tag{6}$$

V_{10}, V_{20} – скорости фаз в начале канала (АА)

Для геометрических характеристик течения
пользуясь (5) и

рис 1.

где $H=L_A$ – ширина вертикального канала (рис. 1)

$$dt = dx + idy = c_1 f(\xi, \eta) * (d\xi + id\eta)$$

$g = \frac{\rho_2}{\rho_1} \left(\frac{V_{20}}{V_{10}}\right)^2 f_1 + f_2 = 1, f_1, f_2$ – концен-

В развернутом виде имеем:

трации фаз.

$$dx + idy = c_1 \frac{[(\xi - e) + i\eta]^{\frac{1}{2}} [(\xi - d) + i\eta]^{-1}}{[(\xi - 1) + i\eta]^\alpha [(\xi + 1) + i\eta]^{\frac{1}{2}-\alpha}} * (d\xi + id\eta)$$

Здесь,

$$[(\xi - e) + i\eta]^{\frac{1}{2}} = \sqrt[4]{(\xi - e)^2 + \eta^2} * e^{i\frac{\varphi_1}{2}}, \quad \varphi_1 = \arctg \frac{\eta}{\xi - e}$$

$$[(\xi - 1) + i\eta]^\alpha = [(\xi - 1)^2 + \eta^2]^{\frac{\alpha}{2}} * e^{i\frac{\varphi_2}{2}} \quad \varphi_2 = \arctg \frac{\eta}{\xi - 1}$$

$$[(\xi + 1) + i\eta]^{\frac{1}{2}-\alpha} = [(\xi + 1)^2 + \eta^2]^{\frac{1}{2}(\frac{1}{2}-\alpha)} * e^{i\varphi_3(\frac{1}{2}-\alpha)} \quad \varphi_3 = \arctg \frac{\eta}{\xi + 1}$$

$$[(\xi - d) + i\eta] = [(\xi - d)^2 + \eta^2]^{-1} * e^{i\varphi_4} \quad \varphi_4 = \arctg \frac{\eta}{\xi - d}.$$

Отсюда выделив действительную и линейную
части функции dt получим:

$$\left. \begin{aligned} dx &= c_1 f(\xi, \eta) [\cos(\xi, \eta) d\xi - \sin(\xi, \eta) d\eta], \\ dy &= c_1 f(\xi, \eta) [\sin(\xi, \eta) d\xi - \cos(\xi, \eta) d\eta] \end{aligned} \right\} \tag{7}$$

где $\cos(\xi, \eta) = \cos \varphi, \quad \sin(\xi, \eta) = \sin \varphi \quad \varphi = \frac{\varphi_1}{u} + \alpha_2 \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4$

$$f(\xi, \eta) = \frac{[(\xi - e)^2 + \eta^2]^{\frac{1}{2}}}{[(\xi - 1)^2 + \eta^2]^{\frac{\alpha}{2}} * [(\xi + 1)^2 + \eta^2]^{\frac{1}{2}(\frac{1}{2}-\alpha)}} * \frac{1}{(\xi - d)^2 + \eta^2}$$

$c_1 = \frac{F}{\pi}$; в частном случае $c_1 = \frac{L_A}{\pi}$; из (5)

связь между наклонной стенка ВС и шириной канала
ВЕ имеет следующий вид:

$$L_{BE} = L_{BC} \cos \alpha \pi, \quad L_{BE} = |L_{BE}|, \quad L_{BC} = |L_{BC}| \tag{8}$$

$$L_A = L_{BE} = const \text{ (с 3м)}$$

Здесь

$$L_{BC} = \frac{F}{\pi} \left| \int_{-1}^1 f(t) dt \right|, \quad f(t) = \frac{\sqrt{e-t}}{(1-t)^\alpha * (1+t)^{\frac{1}{2}-\alpha}} * \frac{1}{d-t}, \quad 0 < \alpha < \frac{1}{2}$$

С вычетом значения функции $\frac{dt}{dt}$ в точке D (t=d)

находим ширину L_D - в конце канала (DD) (рис. 1)

$$\widehat{L}_D = \frac{(d-1)^\alpha * (d+1)^{\frac{1}{2}-\alpha}}{F * \sqrt{e-d}}, \quad \widehat{L}_D = \frac{L_D}{L_A}, \quad L_A = const \text{ (с 3м)} \tag{9}$$

Для распределения скорости вдоль АВ и ЕА $(-\infty; -1)$ и $(e; +\infty)$ (рис. 1) из (1.1.4) получим:

вдоль оси АВ при $(-\infty < t < -1)$;

$$\widehat{V}_{n_1} = \frac{(1-t)^\alpha * (-t-1)^{\frac{1}{2}-\alpha}}{\sqrt{e-t}} = \left. \begin{matrix} 0 \text{ при } t = -1 \\ 1 \text{ при } t = -\infty \end{matrix} \right\} \left. \begin{matrix} \widehat{V}_{n_1} = \frac{V_n}{V_A} \end{matrix} \right\} \tag{10}$$

Вдоль ЕА при $e < t < \infty$

$$\widehat{V}_{n_2} = \frac{(t-1)^\alpha * (-t-1)^{\frac{1}{2}-\alpha}}{\sqrt{t-e}} = \left(\frac{t-1}{t+1} \right)^\alpha * \sqrt{\frac{t+1}{t-e}} = \left. \begin{matrix} \infty \text{ при } t = e \\ 1 \text{ при } t = \infty \end{matrix} \right\}$$

где $V_n = \frac{V_n}{V_{no}}$ (n=1,2).

$< d < e < \infty$ и $0 < \alpha < \frac{1}{2}$. Для их определения

В формулах (3)-(10) имеются неизвестные параметры отображения 1

можно использовать соотношения (8), (9) и при необходимости (10)

Решая систему

$$\widehat{L}_{BE} = \frac{L_{BE}}{L_{BC}} \tag{11}$$

$$\left\{ \begin{matrix} |L_{BE}| = |L_{BC}| * \cos \alpha \\ |L_D| = |L_A| * \left(\frac{d-1}{d+1} \right)^\alpha * \sqrt{\frac{d+1}{e-d}} \end{matrix} \right.$$

$$\text{где } |L_{BC}| = \left| -\frac{F}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{\sqrt{e-t}}{(1-t)^\alpha * (t+1)^{\frac{1}{2}-\alpha}} * \frac{1}{t-d} \right| \quad |L_{BE}| = |L_A| = const = (3м)$$

α — задается. При условии $0 < \alpha < 1/2$ частности

$$\alpha = \frac{1}{4}(45^\circ), \alpha = \frac{1}{6}(30^\circ), \alpha = \frac{1}{10}(18^\circ), \alpha = \frac{1}{15}(12^\circ), \alpha = \frac{1}{12}(15^\circ), \alpha = \frac{1}{20}(9^\circ) \text{ и т. д.}$$

при $0 < \alpha < \frac{1}{2}$.

Решая систему (11) при заданном $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$

(90°) находим параметры отображения $1 < d < e$.

Далее необходимо проверить при найденных параметрах отображения d , e и α скорости частей по вертикальным стенкам вдоль АВ и ЕА они должны быть одинаковыми в любой точке интервала:

Вдоль АВ: $-\infty < t < -1$ и вдоль ЕА: $e < t < +\infty$.

В частности к примеру вдоль АВ предположим $t = -1,5$ а вдоль ЕА $t = 1,2$. В этих точках $V_{BA}(-1,5) = V_{EA}(1,2)$.

Только тогда будет обеспечен равномерный отсос смеси по ширине (ВЕ=АА) вертикального канала.

Выводы:

1. Выявлено, что исследование струйного течения смеси идеальной жидкости с постоянной концентрацией без фазовых превращений и без образования однофазной зоны даёт аналитические формулы для определения основных гидроаэродинамических и других параметров течения смеси.

2. На основании этого метода построено решение двумерной задачи струйного течения жидкой смеси (двух сред) в канале.

3. Получены уравнения и граничные условия при которых обеспечивается равномерный отсос смеси по ширине вертикального канала.

4. На основании теоретических исследований обоснованы параметры равномерного отсоса пыли (горячей пыли) по длине сушильного барабана.

Список литературы:

1. Пахтани дастлабки ишлаш мувофиқлаштирилган технологияси (ПДИ 70-2017). “Ўзпахтасаноат” АЖ. Тошкент 25-28 б.
2. А.А. Хамидов, С.И. Худойкулов. Теория струй многофазных вязких жидкостей. Тошкент 2003. 174 ст.
3. Таджибаев А. Сайдаматов М.М., Тожибаев С.А. К движению смеси в канале с двумя отводами. ДАН. РУз. «ФАН» нашриёти-2016. С. 110-114.
4. Таджибаев А. Моделирование процессов переработки хлопка-сырца методами теории струй. Дисс. докт. наук. Тошкент 92 418 с.
5. Шамсиев И.Р., Парпиев А.П., Пардаев Х.Н. Машинада терилган пахтани тозалаш самарадорлиги тахлили. ТТЕСИ. Республика илмий-амалий анжумани 1-шуба. Тошкент 2017 й. 75 б.
6. А. Парпиев, И.Р. Шамсиев, Б.Т. Бозоров “Анализ работы очистителей при очистке хлопка-сырца машинного и ручного сбора” LVI Международная научная конференция 26-27 февраля 2021 г “Актуальные современной науки” Переяслав. Украина. 99-101 ст.