

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ
ЧАСТИЦ ХЛОПКОВОЙ МАССЫ
С ПОТОКОМ СУШИЛЬНОГО АГЕНТА**

**THERETICAL RESEARCH OF THE PROCESS
OF MIXING OF COTTON MASS PARTICLES
WITH DRYING UNIT FLOW**

P.T. КАЛДЫБАЕВ, Г.Ю. КАЛДЫБАЕВА, Т.У. ТОГАТАЕВ, М.О. АЛИМБЕТОВ
R.T. KALDYBAEV, G.YU. KALDYBAEVA, T.U. TOGATAEV, M.O. ALIMBETOV

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, Казахстан)
(South-Kazakhstan State University named after M. Auezov, Kazakhstan)
E-mail: koncel@ukgu.kz

Одним из важных факторов в рассмотрении процесса движения частиц, составляющих хлопковую массу, в поле движущегося воздушного потока, является определение возможной линейной зоны пересечения их траекторий с плоскостью противоположащей стенки газового канала. Определена закономерность движения частиц хлопковой массы при смешивании их с потоком сушильного агента и транспортировки в сушильный барабан.

One of the most important factors in considering the movement process of the particles forming cotton mass in the field of moving airflow is determination of a possible linear zone of their trajectories intersection with a surface of the opposite wall of a gas channel. The regularities of movement of cotton mass particles when mixing them with a drying agent flow and transporting into a dryer have been determined.

Ключевые слова: хлопковая масса, воздушный поток, сушильный агент, скорость частиц.

Keywords: cotton mass, airflow, a drying agent, particles' speed.

Одним из важных факторов в рассмотрении процесса движения частиц, составляющих хлопковую массу, в поле движущегося воздушного потока является определение возможной линейной зоны пересечения их траекторий с плоскостью противоположащей стенки газового канала.

С этой целью ставится задача об установлении закономерности движения частиц хлопковой массы при смешивании с потоком сушильного агента и транспортировке в сушилку. Составим дифференциальные уравнения движения частиц массой m , выпадающих с определенной скоростью в воздушный поток канала. Расчетная схема приведена на рис. 1.

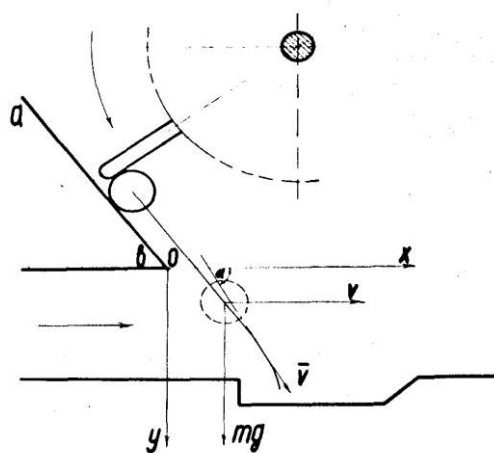


Рис. 1

Пусть K_1 – коэффициент сопротивления движению частицы в воздушном потоке. Считая, что сила сопротивления движению

частицы определяется по квадратичному закону Ньютона, можно записать:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -K_1 \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} \frac{dx}{dt} + K_1 \left[\left(\frac{dx}{dt}\right)_0 - v \cos \alpha \right]^2, \quad (1)$$

$$m \frac{d^2y}{dt^2} = mg - K_1 \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} \frac{dy}{dt}, \quad (2)$$

где $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$ – проекции скорости частицы

соответственно на оси ox и oy , м/с; $\left(\frac{dx}{dt}\right)_0$ – скорость горизонтального воздушного потока, транспортирующего хлопок-сырец в сушилку, м/с; v – скорость частицы в по-

токе, м/с; α – угол, образованный вектором скорости частицы с осью ox .

В целях конкретизации поставленной задачи и, считая форму частиц в виде шара, значение K_1 можно определить. Сокращая (1) и (2) на m , можно получить:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{K_1}{m} \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} \frac{dx}{dt} + \frac{K_1}{m} \left[\left(\frac{dx}{dt}\right)_0 - v \cos \alpha \right]^2, \quad (3)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = g - \frac{K_1}{m} \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} \frac{dy}{dt}, \quad (4)$$

где g – ускорение силы тяжести, м/с².

Принимаем

$$\frac{K_1}{m} = K.$$

В конечном итоге получим:

$$\frac{d^2y}{dt^2} = g - K \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{dx}{dt}\right)_0^2 - \left[\frac{1}{2} \left(\frac{dx}{dt}\right)_0^2 - (U_x)_0 \right] e^{-2K \left(\frac{dx}{dt}\right)_0 t} \right\} \frac{dx}{dt}. \quad (5)$$

Определим окружную скорость U_0 концов колков рыхлительного барабана (рис. 1). Например, при частоте вращения n , равной 480 об/мин, и диаметре $D = 0,65$ м:

$$U_0 = \frac{\pi D n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,65 \cdot 480}{60} = 16,32 \text{ м/с}.$$

Проекция скорости U_0 на оси ox и oy , например, при угле, равном 45° , будут равны:

$$U_{0x} = U_{0y} = 16,32 \cdot \cos 45^\circ = 11,59 \text{ м/с}.$$

Принимая во внимание, что время прохода "летучки" в зоне воздушного канала от его верхней стенки до нижней будет малой величиной ($t < 0,011$ с), в первом приближении имеем:

$$e^{-2K \left(\frac{dx}{dt}\right)_0 t} \approx 1.$$

При этом предположении средняя горизонтальная составляющая скорости полета частицы в трубопроводе запишется в виде:

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_{\text{cp}} \approx \frac{1}{2} \frac{dx}{dt} - \left[\left(\frac{dx}{dt}\right)_0 - 11,56 \right] \approx 11,6 \text{ м/с} \quad (6)$$

откуда

$$\frac{dy}{dt} = \frac{g}{11,6K} - \frac{[g - 11,6K(U_y)_0] e^{-11,6Kt}}{11,6K}. \quad (7)$$

Необходимо отметить, что, как следует из предыдущих рассуждений, величина 11,6 является размерной, поскольку она представляет собой проекцию скорости частицы на ось координат ox , что видно также из равенства (6).

Анализируя с учетом принятых выше допущений, можно получить:

$$\left(\frac{dy}{dt}\right)_{\text{cp}} = U_{y_0}, \quad (8)$$

то есть с физической точки зрения вертикальная составляющая скорости частицы за время ее падения с верхней стенки канала на нижнюю практически меняется очень мало. Исходя из этого время падения (прохода ширины канала) можно определить по формуле:

$$t = \frac{h}{(U_y)_0}. \quad (9)$$

При $h = 0,2$ м и $(U_y)_0 = 11,6$ время $t = 0,0172$ с.

За найденное время частица, исходя из равенства (9), переместится на расстояние

$$x_{\text{max}} = \frac{1}{2} \left(\frac{dx}{dt}\right)_0 t = \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 0,017 = 0,13 \text{ м}.$$

То же самое сделаем для летучки хлопка:

$$S = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2, \quad m = 2 \cdot 10^{-4} \text{ кг}.$$

Тогда

$$K = \frac{c\gamma S}{m} = \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-4}} = 2,4 \frac{1}{\text{м}}.$$

Анализируя зависимость (8), можно отметить следующую особенность:

$$(U_y)_0 = 11,6 \text{ м/с}.$$

Это является наибольшей величиной, создаваемой рыхлительным барабаном (рис. 1), в действительности, величина начальной составляющей скорости $(U_y)_0$ может быть меньше 11,6 м/с.

В первом приближении эту величину принимаем равной $\frac{1}{2}(U_y)_0$.

Тогда

$$t = \frac{2h}{(U_y)_0},$$

а

$$x_{\text{max}} = \frac{1}{2} \left(\frac{dx}{dt}\right)_0 \frac{2h}{(U_y)_0} = \frac{dx}{dt} \frac{h}{(U_y)_0}. \quad (10)$$

При рассмотренных условиях

$$x_{\text{max}} = 0,26 \text{ м}.$$

Приведенные численные примеры иллюстрируют особенности и характер связи между физическими параметрами частиц хлопковой массы, газового потока и геометрическими размерами (высотой) канала для его подачи.

ВЫВОДЫ

Таким образом, приведенные выше зависимости (9), (3), хотя и построены на основе искусственных упрощений процесса и допущений, учитывают такие параметры, как частота вращения и диаметр рыхлительного органа, геометрия сечения газоподводящего канала, скорость и плотность газового потока, физические характеристики частиц, составляющих хлопковую массу и направление входа последних в поток газа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка технологии сушки хлопка-сырца средневолокнистых сортов повышенной влажности

с увеличением диапазона влагоотбора // Отчет о НИК /ЦНИИХпром; Руководитель Корсукова А.В. №Г.р. 81047525. – Ташкент, 1982.

2. *Джаббаров Т.Д., Балтабаев С.Д. и др.* Первичная обработка хлопка. – М.: Легкая индустрия 1978.

3. СТ РК 1096-2002. Хлопок-сырец. Технические условия.

Рекомендована кафедрой конструирования и художественного оформления изделий легкой промышленности. Поступила 28.11.13.
