

УДК 677.021.178.2:004 - 9

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ НАСТИЛА
НА ВЫХОДЕ ИЗ БУНКЕРНОГО ПИТАТЕЛЯ,
ОСНАЩЕННОГО СИСТЕМОЙ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ**

**THE TECHNIQUE OF DETERMINATION OF A LINEAR DENSITY
OF COVERING IN THE SECTION OF EXIT FROM A HOPPER FEEDER
EQUIPPED WITH A DUST COLLECTION SYSTEM**

Т.Я. КРАСИК, А.Г. ХОСРОВЯН, Г.А. ХОСРОВЯН
T.JA. KRASIK, A.G. HOSROVJAN, G.A. HOSROVJAN

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: ttp@igta.ru

Приводится решение уравнения механики волокнистой смеси в бункерном питателе. Уравнение моделирует влияние механических свойств волокнистой смеси и ее засоренности, геометрических параметров бункера, а также градиента давления воздуха по высоте бункера на процесс сжатия. Получено интегральное соотношение, позволяющее вычислить распределение плотности смеси в бункере. Выведена аналитическая зависимость для расчета массы смеси в бункере.

The decision of the equation of the fibrous mixture mechanics in a hopper feeder is presented. The equation models the influence of strength properties of a fibrous mixture and its weediness, geometric parameters of the hopper, and a gradient of air pressure along hopper height on the shrinkage process as well. The integrated ratio, allowing to calculate distribution of mixture density in the hopper, has been received. Analytical dependence for account of a mixture mass in the hopper has been deduced.

Ключевые слова: обеспыливание, очистка волокнистого материала, засоренность, линейная плотность, настил.

Keywords: dust removal, fettling of a fibrous material, weediness, a linear density, a covering.

Ранее в [1] на основе принципов механики и аэродинамики было выведено дифференциальное уравнение, моделирующее

процесс обеспыливания волокнистой массы в шахте бункерного питателя. Схема бункерного питателя с обеспыливающим уст-

ройством представлена на рис. 1. Высоту бункера обозначим через h . Величина h_a характеризует высоту расположения отверстий в стенках питателя. Участки с отверстиями расположены на высоте h_{ac} . Размеры поперечного сечения бункера a и b .

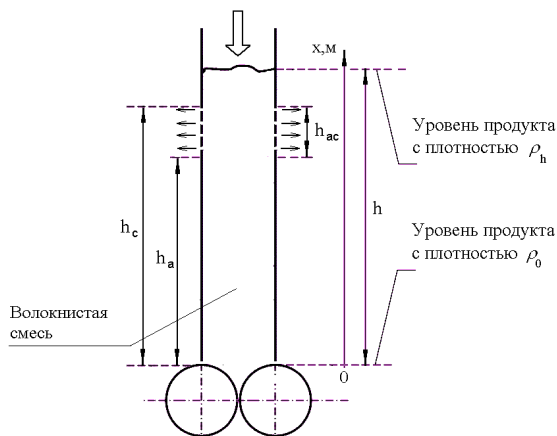


Рис. 1

Выделим в волокнистом столбе горизонтальное сечение, которое проходит через точку x . Обозначим площадь сечения волокнистого столба в бункере через S . Пусть f_d – сила, действующая на это сечение со стороны нижележащего столба волокон высотой x . Отношение силы реакции f_d к площади поперечного сечения бункера через σ имеет вид:

$$\sigma = \frac{f_d}{S}. \quad (1)$$

Обозначим через ρ_b , $\rho_{вн}$ плотности волокнистой составляющей смеси в сжатом и несжатом состояниях. Полагаем, что упругие свойства волокнистого продукта описываются линейной моделью, которая учитывает изменение его плотности при изменении давления σ :

$$\rho_b = \frac{k\sigma}{g} + \rho_{вн}, \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения; k – коэффициент сжимаемости волокнистого продукта;

Пусть $p(x)$ – распределение давления воздуха по оси Ox и $k_p = p'(x)$. Тогда уравнение для σ , моделирующее процессы в шахте питателя с обеспыливанием, запишется так [1]:

$$\frac{d\sigma}{dx} = M\sigma - N(x), \quad (3)$$

где $M = \lambda - \frac{Kg}{y_b}$; $N(x) = Q + k_p$; $Q = \frac{g\rho_{вн}}{y_b}$; $y_b = 1 - y_3$; $K = k/g$; λ – параметр [1]; y_3 – засоренность волокнистой смеси.

Решение обыкновенного дифференциального уравнения (1) имеет вид:

$$\sigma(x) = \exp(Mx) \left[\int_0^x N(\xi) \exp(-M\xi) d\xi + C \right], \quad (4)$$

где C – постоянная.

Очевидно, что из (4):

$$\sigma(0) = C. \quad (5)$$

Из исходных данных следует, что

$$p_h = \exp(Mh) \left[-\int_0^h N(\xi) \exp(-M\xi) d\xi + C \right], \quad (6)$$

где p_h – давление в незаполненной части бункера.

Поэтому

$$C = p_h \exp(-Mh) + \int_0^h N(\xi) \exp(-M\xi) d\xi. \quad (7)$$

Обозначим:

$$I = \int_0^h N(\xi) \exp(-M\xi) d\xi.$$

Отрезок интегрирования $0 \leq \xi \leq h$ разбиваем на два-три участка: $0 \leq \xi \leq h_a$, $h_a \leq \xi \leq h_a + h_{ac}$ и $h_a + h_{ac} \leq \xi \leq h$. Поэтому величина C находится преобразованием интеграла I :

$$I = Q \int_0^{h_a} \exp(-M\xi) d\xi + \int_{h_a}^{h_a+h_{ac}} (Q + k_p) \exp(-M\xi) d\xi + Q \int_{h_a+h_{ac}}^h \exp(-M\xi) d\xi. \quad (8)$$

Вычисляя последовательно интегралы, входящие в правую часть (8), находим, что

$$I = \frac{k_p}{M} \exp(-Mh_a) [1 - \exp(-Mh_{ac})] + \frac{Q}{M} [1 - \exp(-Mh)].$$

Следовательно,

$$C = p_h \exp(-Mh) + \frac{k_p}{M} \exp(-Mh_a) [1 - \exp(-Mh_{ac})] + \frac{Q}{M} [1 - \exp(-Mh)]. \quad (9)$$

Согласно общей формуле для $\sigma(x)$ (4) можно записать, что

$$\sigma(0) = C.$$

Обозначим через ρ_h плотность волокнистой смеси на уровне $x=h$:

$$\rho_h = \frac{1}{y_b} (Kp + \rho_{вн}).$$

Из (2) имеем, что

$$d\rho = \frac{K}{y_b} d\sigma. \quad (10)$$

Обозначим плотность волокнистой смеси в сечении $x=0$ через ρ_0 .

Взяв (12) при $x=0$, получаем:

$$\rho_h - \rho_0 = \frac{k}{y_b} [\sigma(h) - \sigma(0)] = \frac{k}{y_b} (p - C).$$

Отсюда:

Интегрируя правую и левую части этого дифференциального соотношения, получаем:

$$\int_{\rho(x)}^{\rho_h} d\rho = \frac{k}{y_b} \int_{\sigma(x)}^{\sigma(h)} d\sigma, \quad (11)$$

или

$$\rho_h - \rho(x) = \frac{k}{y_b} [p - \sigma(x)]. \quad (12)$$

Подставляя выражение для $\sigma(x)$ из (4) в (12), получаем зависимость для расчета плотности волокнистой смеси в сечении x :

$$\rho(x) = \rho_h - \frac{k}{y_b} \left\{ p - \exp(Mx) \left[-\int_0^x N(\xi) \exp(-M\xi) d\xi + C \right] \right\}. \quad (13)$$

$$\rho_0 = \rho_h - \frac{k}{y_b} (p - C). \quad (14)$$

Исходя из значения ρ_0 , вычислим линейную плотность настила T_n (в тексах):

$$T_n = 10^6 ab \left[\rho_h - \frac{k}{y_b} (p - C) \right]. \quad (15)$$

Масса столба волокнистой смеси в бункере m_{bc} вычисляется по формуле:

$$m_{bc} = ab \int_0^h \rho(x) dx. \quad (16)$$

Так как

$$\sigma(x) = \frac{1}{M} \left(\frac{d\sigma}{dx} + N(x) \right),$$

$$m_{bc} = \frac{ab}{y_b} \int_0^h \left[\frac{k}{M} \left(\frac{d\sigma}{dx} + N(x) \right) + \rho_{bh} \right] dx = \frac{ab}{y_b} \left[\frac{k}{M} \int_0^h d\sigma + \frac{k}{M} \int_0^h N(x) dx + \rho_{bh} \int_0^h dx \right]. \quad (18)$$

Так как

$$\int_0^h d\sigma = \sigma(h) - \sigma(0) = p - C,$$

$$\int_0^h N(x) dx = \int_0^h [Q + p'(x)] dx = Qh + p(h_c) - p(h_a) = Qh + p_h - p_a = Qh + \Delta p_{ac},$$

то

$$m_{bc} = \frac{ab}{y_b} \left[\frac{k(p-C)}{M} + \frac{k(Qh + \Delta p_{ac})}{M} + \rho_{bh} h \right]. \quad (19)$$

ВЫВОДЫ

Выведена зависимость для расчета распределения плотности волокнистой смеси по высоте бункера с встроенной системой обеспыливания. На этой основе разработана методика расчета линейной плотности

то

$$\rho(x) = \frac{1}{y_b} \left[\frac{k}{M} \left(\frac{d\sigma}{dx} + N(x) \right) + \rho_{bh} \right]. \quad (17)$$

Подставляем (17) в (16) и преобразовываем:

настила и массы волокнистой смеси в бункере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красик Т.Я., Хосровян А.Г., Хосровян Г.А. Общая теория движения волокнистых материалов в шахте бункерных питателей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1. С.75...79.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроительного производства. Поступила 03.06.11.