

С.А. КЮРЕГЯН, А.Д. АСАТРЯН

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ
ВОЛОКНИСТОГО НАСТИЛА В БУНКЕРЕ С ВИБРИРУЮЩИМИ
ТРАНСПОРТЕРАМИ**

(Гюмри)

Получена математическая модель процесса формирования волокнистого настила в бункере с вибрирующими транспортерами, которая позволяет определить основные геометрические размеры бункера, обеспечивающие формирование волокнистого настила заданной линейной плотности. Исходя из экспериментальных и аналитических данных, построена кривая, которая показала совпадение результатов аналитического расчета с экспериментальными данными, что дает возможность рекомендовать полученную математическую модель для проведения практических расчетов.

Ключевые слова: формирующий бункер, волокнистый настил, вибрирующий транспортер, объемный вес, плотность.

Введение. Применение аэродинамических устройств в текстильном оборудовании требует разработки теории движения волокнистых материалов. В настоящее время есть немало практических задач, рациональное решение которых невозможно без теории. Общая теория движения волокнистых материалов подразумевает вывод уравнения движения комплексов, состоящих из множества отдельных волокон, называемых в дальнейшем также клочками, с учетом действия на них всех сил, а также взаимодействия их в волокновоздушном потоке при постоянной и переменной скоростях движения [1].

Закономерности движения волокнистого материала по вибрирующей поверхности представляют самостоятельный интерес для виброуплотнения (и вибросеперации) отдельных клочков малых размеров. Эти закономерности интересны также и для теории многих сложных процессов, например, виброуплотнения и сеперации упругих тел конечных размеров.

Дифференциальные уравнения движения волокнистого материала по вибрирующей поверхности в теории вышеуказанных процессов играют фундаментальную роль для определения закономерности движения волокнистого материала в формирующем бункере, что позволит регулировать величины параметров, влияющих на равномерность волокнистого настила на питающем столике чесальной машины. Такими факторами являются амплитуда и частота колебания транспортера, угол вибрации, нормальная реакция хлопка на поверхность, сила сопротивления движению клочка.

Постановка задачи. Целью настоящего исследования является построение математической модели питания чесальной машины рыхленной массой волокнистого материала через бункер, оснащенный вибрирующими транспортерами, и установление зависимости плотности волокнистого материала и действия ряда факторов, участвующих в формировании продукта.

Методика исследования. Анализ процесса формирования настила при бункерном питании чесальной машины посвящены ряд работ [2-4]. Изучение характеристик питателя, как объекта управления, представляет значительный интерес с точки зрения выбора оптимальных конструктивных параметров автопитателя и расчета систем автоматического управления процессом чесания.

Для построения математической модели процесса формирования волокнистого настила в бункере с вибрирующими транспортерами представим схему элементарного слоя и силы, действующие на слой волокнистого материала (рис. 1), и введем следующие обозначения:

h - высота столба хлопка в бункере над выпускными роликами (валиками), m ;

a - расстояние между передним и задним транспортерами бункера (глубина бункера), m ;

b - ширина бункера, m ;

h_i - расстояние от верхнего уровня столба хлопка до рамастриваемого сечения, m ;

dx - высота элементарного горизонтального слоя, m ;

$\gamma_{(0)}$ - объемный вес хлопковой массы в экспериментальном слое, H/m^3 ;

$\gamma_{(h)}(t)$ - подача материала в бункер в момент времени (t) , kg/c ;

v - линейная скорость вывода материала из бункера, m/c ;

$\gamma_{(вых)}(t)$ - объемная масса волокна в бункере в момент времени (t) на высоте (h_i) , H/m^3 .

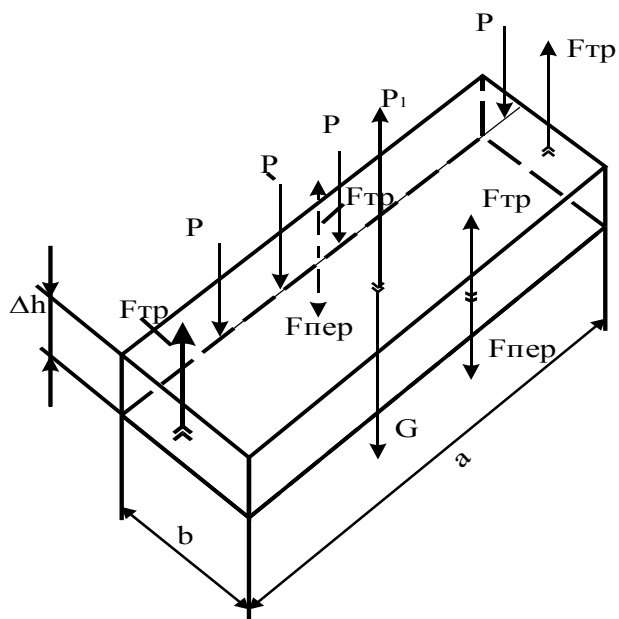


Рис. 1. Силы, действующие на элементарный слой волокнистого материала

Посредством наблюдений во время экспериментов было выявлено, что перемещение и одновременное колебание транспортеров влияют на коэффициент трения волокна, расположенного именно вдоль транспортеров, при использовании такой конструкции формирующего бункера. С учетом вышеуказанного условия равновесия слоя волокна в бункерном питателе с вибрирующими транспортерами на высоте (h) предлагается определить по уравнению следующего вида:

$$Pab + G + F_{\text{пер}} = P_1ab + F_{\text{тр}}, \quad (1)$$

где $G = \gamma ab\Delta h$;

$$F_{\text{пер}} = 2P\mu\vartheta_{(f)}(a + b); F_{\text{тр}} = 2P\mu\vartheta_{(f)}\Delta h,$$

μ – сила трения сцепления;

$0 \leq \vartheta_{(f)} \leq 1$ – коэффициент, учитывающий способности волокнистого материала передавать приложенное к нему давление. Можно отметить, что $\vartheta_{(f)} = 0$ соответствует твердому телу, когда передача давления отсутствует, а $\vartheta_{(f)} = 1$ соответствует идеальному сыпучему телу, когда давление по закону Паскаля передается одинаково во все стороны.

Подставляя значение G , $F_{\text{тр}}$, $F_{\text{пер}}$ в формулу (1), получим

$$Pab + \gamma ab \Delta h + 2P\mu\vartheta_{(f)} a \Delta h = P_1 ab + 2P\mu\vartheta_{(f)} a \Delta h + 2P\mu\vartheta_{(f)} b \Delta h,$$

$$(P - P_1)ab = -\gamma ab \Delta h + 2P\mu\vartheta_{(f)} \Delta h. \quad (2)$$

При переходе к пределу уравнение (2) принимает вид

$$ab \frac{dP}{dh} = -ab\gamma_{(h_1)} + 2P_{(h_1)}\mu\vartheta_{(f)} b. \quad (3)$$

Если принять $2\mu\vartheta_{(f)} b = k$, то уравнение (3) примет вид

$$ab \frac{dP}{dh} = -ab\gamma_{(h_1)} + kP_{(h_1)}, \quad (4)$$

а с учетом того, что $P = m\gamma^2$, уравнение (4) можно записать в виде

$$2abm\gamma' = ab\gamma + km\gamma^2. \quad (5)$$

Так как $\gamma \neq 0$, то обе части уравнения (5) делим на $2abm\gamma$:

$$\gamma' - \frac{k}{2ab}\gamma + \frac{1}{2m} = 0. \quad (6)$$

Решая эти уравнения, получим

$$\gamma_{(h)} = ce^{-\frac{kh}{2ab}} + \frac{ab}{km}. \quad (7)$$

У основания бункера $h = 0$ и, следовательно,

$$\gamma_{(0)} = c + \frac{ab}{km}; \quad c = \gamma_{(0)} - \frac{ab}{km}. \quad (8)$$

Подставляя значение c в уравнение (7), получим

$$\gamma_{(h)} = \left(\gamma_{(0)} - \frac{ab}{km}\right) e^{-\frac{kh}{2ab}} + \frac{ab}{km}. \quad (9)$$

Для максимального значения h имеем

$$\left(\gamma_{(0)} - \frac{ab}{km}\right) e^{-\frac{kh}{2ab}} + \frac{ab}{km} = 0,$$

или

$$\gamma_{(0)} = \gamma_{(\text{вых})} = \frac{ab}{km} \left(1 - e^{-\frac{kh}{2ab}}\right). \quad (10)$$

Вводя обозначения $\frac{ab}{km} = G$ и $\frac{2ab}{k} = L$, уравнение (10) приводится к виду

$$\gamma_{(\text{вых})} = G \left(1 - e^{-\frac{h}{L}}\right). \quad (11)$$

Из уравнения (11) видно, что для получения большего значения γ необходимо, чтобы значение G было больше.

При использовании формирующего бункера без вибратора $G=const$, и влиять на выходную плотность волокнистой массы можно только изменением высоты столба хлопка, а при данном варианте, т.е. при использовании вибрирующего транспортера, можно оказывать регулирующее воздействие на выходную плотность волокнистого настила изменением частоты и амплитуды вибрации с изменением скорости перемещения транспортеров.

При обработке экспериментальных данных были определены значения коэффициентов k , μ и $\vartheta(f)$ для формирующего бункера, которые дали возможность провести аналитический расчет изменения выходной плотности волокнистого материала при разной степени наполнения бункера волокнистым материалом. Получены следующие значения этих величин:

$$\mu = 0,08; \vartheta(f) = 0,15.$$

Исходя из экспериментальных и аналитических данных, построена кривая, которая показывает совпадение результатов аналитического расчета с экспериментальными данными, что дает возможность рекомендовать полученную математическую модель для проведения практических расчетов. Из рис. 2 видно, как варьирование значения G влияет на характер распределения и величину плотности волокна по всей высоте формирующего бункера.

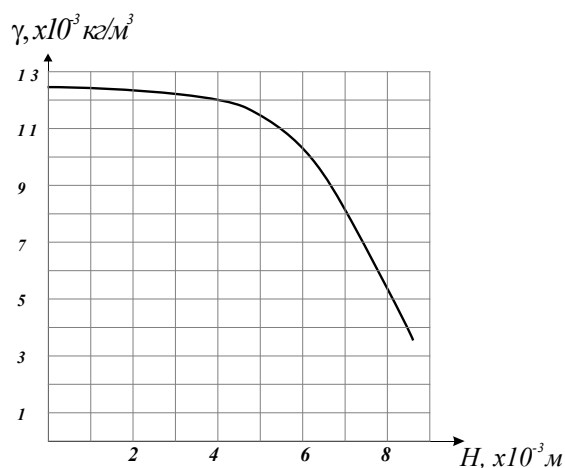


Рис. 2. Изменение плотности волокнистой массы по высоте бункера

Заключение. Получена математическая модель процесса формирования волокнистого настила в бункере с вибрирующими транспортерами, которая позволяет определить основные геометрические размеры бункера, обеспечивающие формирование волокнистого настила заданной линейной плотности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Лещенко В.Г.** Автоматическое регулирование уровня волокна в бункерах автопитателей чесальных машин.- М.: ЦНИИТЭИЛегпищемаш, 1970. – 2 с.
2. **Гончаров В.Г.** Анализ работы различных способов питания чесальных машин. – М.: МТИ, 1984.- 31 с.
3. **Широков В.П.** Справочник по хлопкопрядению. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1985. – 472 с.
4. **Гончаров В.Г., Кюрегян С.А.** Перспективы применения бесхолстовой системы питания чесальных машин при переработке тонковолокнистого хлопка. Депонированная рукопись. – М.: ЦНИИТЭИЛегпром, от 06.06.87, N 2. – 22 с.

Ս.Ա. ԿՅՈՒՐԵՂՅԱՆ, Ա.Ջ. ԱՍԱՏՐՅԱՆ

ԹԹՈՒՑՈՂ ՓՈԽԱԴՐԻՉՆԵՐՈՎ ԽՑՈՒՄ ՄԱՆՐԱԹԵԼԱՅԻՆ ՓՈՎԱԾՔԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ԳՈՐԾՆԹԱՑՆԵՐԻ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼ

Ստացվել է թրթռացող փոխադրիչներով խցում մանրաթելային փովածքի ձևավորման գործընթացի մաթեմատիկական մոդել, որը թույլ է տալիս որոշել ձևավորող խցի երկրաչափական չափերը, որոնք ապահովում են տրված գծային խտությամբ մանրաթելային փովածքի ձևավորումը: Ելնելով փորձարարական և տեսական տվյալներից, կառուցվել են կորեր, որոնք ցույց են տալիս փորձնական տվյալների և անալիտիկ արդյունքների համընկնումը, ինչը հնարավորություն է տալիս երաշխավորել ստացված մաթեմատիկական մոդելը և օգտագործել գործնական հաշվարկների ժամանակ:

Առանցքային բաներ. ձևավորող խուց, մանրաթելային փովածք, ծավալային կշիռ, խտություն, թրթռացող փոխադրիչ:

S.A. KYUREGHYAN, A.J. ASATRYAN

A MATHEMATICAL MODEL OF THE FORMATION PROCESS OF THE FIBER FLOORING IN THE BUNKER WITH VIBRATING CONVEYORS

A mathematical model for the formation of a fiber flooring in a bunker with vibrating conveyors, allowing to determine the basic geometrical dimensions of the bunker, ensuring the formation of a given linear density fiber flooring is obtained. Based on the experimental and analytical data, curves are plotted, showing the coincidence of the result of analytical calculations with experimental data which makes it possible to recommend the obtained mathematical model for practical calculations.

Keywords: a fiber flooring, forming bunker, volumetric weight, density, vibrating conveyor.