

УДК 677.051.16

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПОЛУФАБРИКАТОВ ПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОТ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИХ ПИЛЬЧАТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

А.В. АВETИСЯН, Г.А. ХОСРОВЯН, А.И. ЛЮБИМОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Исследование траекторий движения сорных примесей имеет большое значение для определения режима наилучшей очистки полуфабриката при его разъединении, поскольку позволяет, в частности, определить места установки сороудаляющих устройств.

В известной теории [1] рассматривалась модель, где движение сорной частицы в начальный момент после удара о зуб гарнитуры происходило по прямой, являющейся касательной к окружности, очерчиваемой кончиком зуба, то есть в ней пренебрегали величиной угла при вершине зуба. Кроме того, расчетные результаты основывались на кинематических аспектах

изменения положения сорных частиц в пространстве, а не на решении уравнений механики.

В [2] принималось, что сорная частица в результате удара приобретает скорость, направленную под углом к касательной к окружности пильчатого барабана в точке их взаимодействия.

Проведем анализ ударного взаимодействия сорной частицы с рабочей гранью зуба гарнитуры и дальнейшего движения ее в области соровыделения с помощью уравнений механики.

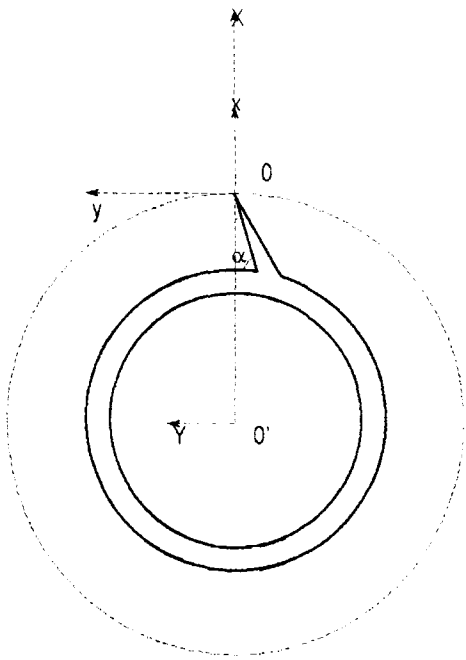


Рис. 1

Введем систему координат Oxy , связанную с вращающимся пильчатым барабаном (рис.1). Отметим, что центр системы Oxy совмещен с вершиной зуба гарнитуры. Ось Ox направим по радиусу пильчатого барабана. Центр системы координат $O'X'Y'$ свяжем с центром пильчатого барабана. Направление оси $O'X'$ совместим с направлением оси Ox . Обозначим через α угол наклона передней грани зуба гарнитуры (рис.1).

При соударении двух движущихся тел коэффициент восстановления называется отношением модуля нормальной составляющей относительной скорости точки контакта тел после удара к ее модулю до удара. Теоретические и экспериментальные исследования в области механики взаимодействия сорных частиц с зубом гарнитуры позволяют сделать вывод, что для моделирования величины скорости частицы после удара \vec{v}_2 допустимо применить соотношение

$$v_2 = k_{уд} v_1, \quad (1)$$

где $k_{уд}$ – коэффициент восстановления при ударе; v_1 – скорость частицы до удара.

Исследуем процесс движения сорной частицы в узле дискретизации под воздействием радиального воздушного потока [3].

Ускорение сорной частицы является суммой трех составляющих:

$$\vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_{кор},$$

где $\vec{a}_e, \vec{a}_r, \vec{a}_{кор}$ – соответственно переносное, относительное и кориолисово ускорения.

Переносное ускорение в случае, когда происходит равномерное вращение барабана, имеет вид

$$\vec{a}_e = \vec{\omega}(\vec{\omega}\vec{r}),$$

где $\vec{\omega}$ – вектор угловой скорости барабана; \vec{r} – радиус-вектор положения центра масс сорной частицы во вращающейся системе координат.

Обозначим через u_k и v_k проекции скорости сорной частицы в момент пересечения окружности $R_6 - h_3$, а вектор полной скорости сорной частицы в этот момент времени – через v_k . α_k – угол между вектором радиальной составляющей скорости u_k и полным вектором скорости v_k .

На рис. 2 изображено расположение вектора скорости частицы $\vec{v}_{кб}$ относительно вращающегося барабана, с которым связана система координат $O'rq$. Значения составляющих компонент скорости $\vec{v}_{кб}$ вычисляются по формулам

$$u_{кб} = u_k,$$

$$\vec{v}_{кб} = v_k - v_6,$$

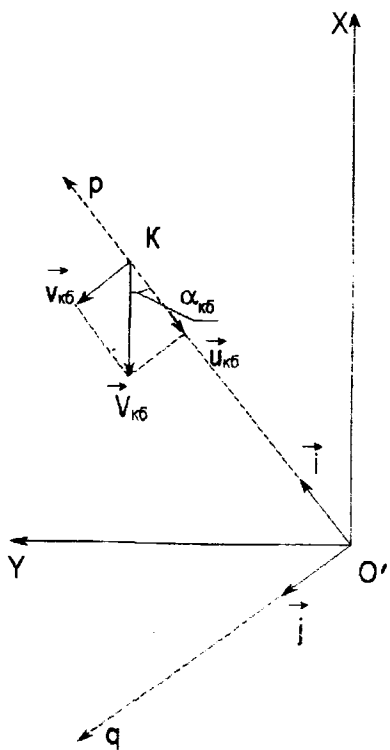


Рис. 2

а значение угла $\alpha_{кб}$ определяется из соотношения

$$\alpha_{кб} = \arctg(v_{кб} / |u_{кб}|).$$

Обозначим через $v_{вит}$ скорость витания частицы.

Кориолисово ускорение

$$\bar{a}_{кор} = 2(\bar{\omega} \bar{v}_{кб}),$$

где $\bar{v}_{кб}$ – вектор скорости сорной частицы до столкновения с корпусом пыльчатого барабана.

Проведя соответствующие операции с векторами, найдем, что

$$\bar{a}_e = \bar{\omega}(\bar{\omega} \bar{r}_k) = -\omega^2 \bar{R}_{кл},$$

$$\bar{a}_{кор} = 2(\bar{\omega} \bar{v}_{кб}) = 2 \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ 0 & 0 & \omega \\ u_{кб} & v_{кб} & 0 \end{vmatrix} = -2\omega \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} \\ u_{кб} & v_{кб} \end{vmatrix} = -2\omega(\bar{i} v_{кб} - \bar{j} u_{кб}) = -2\omega v_{кб} \bar{i} - 2\omega u_{кб} \bar{j},$$

где $R_k = R_б - h_3$ – радиус корпуса барабана; $\bar{i}, \bar{j}, \bar{k}$ – единичные орты, вращающиеся с угловой скоростью $\bar{\omega}$ прямоугольной системы координат; \bar{r}_k – радиус-вектор положения точки на цилиндрической поверхности корпуса барабана.

Таким образом,

$$\begin{aligned} \bar{a} &= -\omega^2 R_k \bar{i} + \bar{a}_r - 2\omega v_{кб} \bar{i} + \\ &+ 2\omega u_{кб} \bar{j} = \bar{a}_r + h_1 \bar{i} + h_2 \bar{j}, \end{aligned} \quad (2)$$

где $h_1 = -\omega^2 R_k - 2\omega v_{кб}$; $h_2 = 2\omega u_{кб}$.

Второй закон Ньютона для сорной частицы массой m_c записывается в общей форме:

$$m_c(\bar{a}_e + \bar{a}_r + \bar{a}_{кор}) = \bar{F}_a,$$

где \bar{F}_a – аэродинамическая сила, действующая на сорную частицу массой m_c со стороны воздушного потока со скоростью $v_{от}$.

Величина аэродинамической силы определяется по формуле из [2]:

$$\bar{F}_a = m_c g v_{отн}(\bar{v}_{от} - \bar{v}_k) / v_{вит}^2, \quad (3)$$

где $\vec{v}_{от}$ – скорость воздушного потока, направленная под углом $\pi - \beta$ к радиальному направлению (рис. 2);

$$\vec{v}_K = (u_K, v_K);$$

$$\vec{v}_{отн} = -((v_{от} \cos \beta - u_K)^2 + (v_{от} \sin \beta - v_K)^2)^{-0.5};$$

$\vec{v}_{вит}$ – скорость витания сорной частицы.

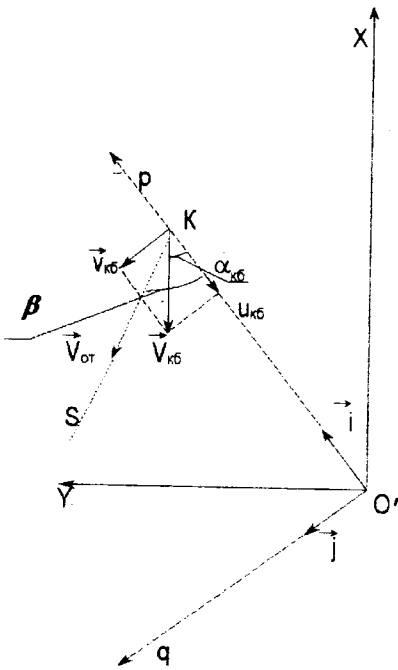


Рис. 3

Спроектируем векторное соотношение (3) на направление s вектора $\vec{v}_a = \vec{v}_{от}$ (рис. 3):

$$(\vec{F}_a)_s = m_c g v_{вит}^{-2} v_{отн} (\vec{v}_a - \vec{v}_K)_s. \quad (4)$$

Приняв во внимание (3), найдем

$$m_c (\vec{a})_s = m_c (\vec{a}_r)_s + m_c h_1 (\vec{i})_s + m_c h_2 (\vec{j})_s.$$

Поскольку

$$m_c (\vec{a})_s = (\vec{F}_a)_s,$$

то

$$\begin{aligned} m_c g v_{вит}^{-2} v_{отн} (\vec{v}_a - \vec{v}_K)_s = \\ = m_c (\vec{a}_r)_s + m_c h_1 (\vec{i})_s + m_c h_2 (\vec{j})_s. \end{aligned} \quad (5)$$

Так как

$$(\vec{v}_a - \vec{v}_K)_s = v_a + u_K \cos \beta - v_K \sin \beta,$$

$$(\vec{i})_s = -\cos \beta,$$

$$(\vec{j})_s = \sin \beta,$$

в результате имеем следующее уравнение, связывающее основные характеристики процесса удаления сорных частиц через канал:

$$\begin{aligned} m_c g v_{вит}^{-2} v_{отн} (v_a + u_K \cos \beta - v_K \sin \beta) = \\ = m_c (\vec{a}_r)_s - m_c h_1 \cos \beta + m_c h_2 \sin \beta. \end{aligned} \quad (6)$$

Разделив правую и левую части (6) на m_c , получим

$$\begin{aligned} g v_{вит}^{-2} v_{отн} (v_a + u_K \cos \beta - v_K \sin \beta) = \\ = (\vec{a}_r)_s - h_1 \cos \beta + h_2 \sin \beta. \end{aligned} \quad (7)$$

Условием захвата сорной частицы всасывающим факелом будем считать равенство нулю величины проекции ускорения на ось s . Поэтому для нахождения величины v_a воспользуемся соотношением

$$\begin{aligned} g v_{вит}^{-2} v_{отн} (v_a + u_K \cos \beta - v_K \sin \beta) + \\ + h_1 \cos \beta - h_2 \sin \beta = 0. \end{aligned} \quad (8)$$

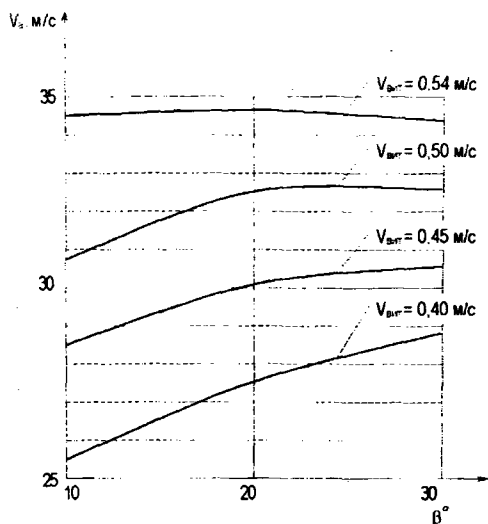


Рис. 4

На рис. 4 представлена номограмма зависимости величины v_a от β при различных значениях $V_{\text{вит}}$.

ВЫВОДЫ

Получена математическая модель для расчета процесса движения сорных приме-

сей в зоне сорыва при дискретизации полуфабриката и разработана математическая модель процесса улавливания сорных частиц при дискретизации полуфабриката в предложенных узлах.

Теоретические расчеты и компьютерное моделирование показали, что частота вращения дискретизирующего барабана не влияют на некоторые параметры очищающего устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Niitsu J. // Journal of Textile Machinery Society of Japan. – 14, № 153, 1961. P. 319...328.
2. Хосровян Г.А., Красик Я.М. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, № 5.С. 26...29.
3. Патент № 2128737 РФ. Узел дискретизации пневмомеханической прядильной машины / Г.А. Хосровян и др. – Оpubл. 1999. Бюл. № 10.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 01.12.00.