

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ФОРМЫ И ПОЛОЖЕНИЯ РАБОЧИХ ЛОПАТОК УСТРОЙСТВА ДЛЯ СЕПАРАЦИИ КОСТРОВОЛОКНИСТОЙ СМЕСИ\*

С.В. ЖУКОВА, С.Н. РАЗИИ

(Костромской государственный технологический университет)

Для повышения эффективности производства лубяных волокон требуются совершенные системы их очистки от неволоконистых примесей. Особенно это касается процессов, связанных с обескостриванием короткоштапельного непараллизованного льна или пеньки. Их получение, например, может происходить в результате пряжей сырца [1] или механической модификации волокнистого продукта, сформированного в ленту (слой) [2]. В этом случае образуемая в процессе обработки костроволокнистая смесь совместно с воздухом выделяется из рабочих зон с достаточно большой скоростью (до 25 м/с), причем значительная доля костры в этой смеси находится в насыпном состоянии. Эти обстоятельства и предлагается использовать

для сепарации (разделения на фракции) костроволокнистой смеси.

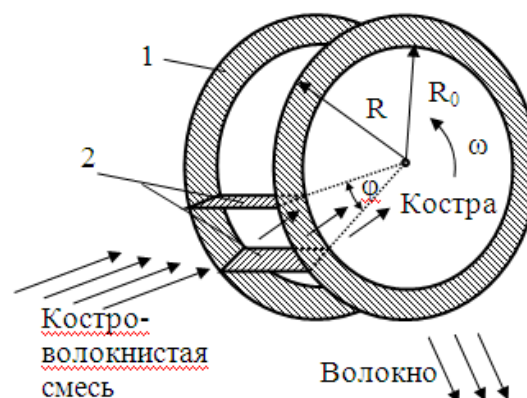


Рис. 1

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Е.Л. Пашина.

Возможны различные решения для сепарации упомянутой смеси [3], [4]. Их сравнительный анализ позволил предложить с целью изучения устройство для сепарации в виде барабана (1), который приводится во вращение принудительно (рис. 1). Особенностью его конструкции являются активные рабочие органы с радиально расположенными лопатками (2). Принцип работы предложенного устройства заключается в том, что волокна необходимой длины оседают на лопатках барабана и сбрасываются за счет центробежных сил в зоне сбора волокна, а костра, проникая вовнутрь барабана, удаляется из него. В конструкции может быть предусмотрено и не радиальное расположения лопаток, они могут иметь криволинейную форму.

Решение последней задачи может быть осуществлено из условия безударного прохождения костры вовнутрь барабана.

Определим форму планок сепарирующего устройства. Задачу решаем при следующих допущениях: угловая скорость вращения барабана не изменяется, размерами костры пренебрегаем и считаем, что она движется с постоянной скоростью  $\bar{V}$ , направленной вдоль радиуса барабана. Постоянство скорости движения костры предполагается осуществлять за счет отсасывающего устройства, установленного внутри барабана и предназначенного для сбора удаленной костры и удаления выделенного из рабочей камеры воздуха.

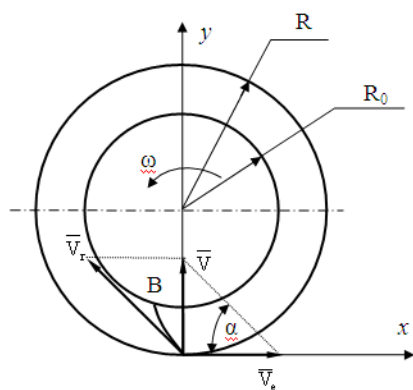


Рис. 2

Для того, чтобы костра попала вовнутрь барабана без соударения с лопастями сепарирующего устройства, необходимо их выполнить так, чтобы скорость движения ко-

стры относительно барабана была направлена по касательной к плоскости лопатки, то есть ее форма должна совпадать с траекторией движения костры (рис.2 – схема взаимодействия с лопатками барабана).

Воспользуемся теоремой о сложении скоростей при сложном движении точки:

$$\bar{V} = \bar{V}_e + \bar{V}_r, \quad (1)$$

где  $\bar{V}$ ,  $\bar{V}_e$ ,  $\bar{V}_r$  – соответственно абсолютная, переносная и относительная скорости движения костры (в дальнейшем будем называть ее точкой).

Спроектировав уравнение (1) на оси координат, будем иметь:

$$\begin{cases} 0 = -V_r \cos \alpha + V_e, \\ V = V_r \sin \alpha. \end{cases} \quad (2)$$

Учитывая, что  $V_e = \omega(R - y)$ , после несложных преобразований получим:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V}{\omega(R - y)}. \quad (3)$$

Учитывая, что  $\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}(\pi - \alpha) = -\operatorname{tg}(\alpha)$ ,

запишем дифференциальное уравнение, описывающую форму планки:

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{V}{\omega(R - y)}. \quad (4)$$

Проинтегрировав уравнение (4) один раз, найдем:

$$-\frac{(R - y)^2}{2} + \frac{R^2}{2} = -\frac{V}{\omega} x. \quad (5)$$

Разрешив уравнение (5) относительно переменной  $y$ , получим:

$$y = R \left( 1 \pm \sqrt{1 + \frac{2Vx}{\omega R^2}} \right).$$

Решение со знаком + перед радикалом нас не интересует, поскольку в этом случае

$y > R$ , поэтому окончательно уравнение, описывающее форму планки, обеспечивающую движение костры без соударений, имеет вид:

$$y = R \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{2Vx}{\omega R^2}} \right). \quad (6)$$

Решив совместно систему уравнений:

$$\begin{cases} y = R \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{2Vx}{\omega R^2}} \right), \\ x^2 + (y - R)^2 = R_0^2, \end{cases}$$

можно определить координату  $x$  точки  $B$ , принадлежащей окружности радиуса  $R_0$ :

$$x = -\frac{V}{\omega} + \sqrt{\left(\frac{V}{\omega}\right)^2 + R_0^2 - R^2}. \quad (7)$$

Подставив это выражение в (6), найдем и координату  $y$ .

Анализ формулы (7) показывает, что при  $\frac{V}{\omega} \geq R$  решение существует, в противном случае все зависит от соотношения  $R$  и  $R_0$ .

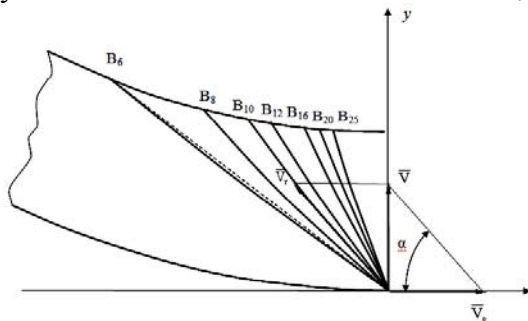


Рис. 3

На рис. 3 изображены проекции плоскостей лопатки сепарирующего устройства в зависимости от скорости движения костры –  $V$ . Графики построены при следующих режимно-конструктивных параметрах устройства: угловая скорость барабана  $\omega=30 \text{ с}^{-1}$ , внешний радиус барабана  $R=0,3 \text{ м}$ , внутренний радиус барабана  $R_0=0,25 \text{ м}$ . Нижний индекс буквы  $B$  соот-

ветствует скорости движения костры.

Анализ полученных результатов позволяет сделать заключение о том, что форма лопатки при выбранных режимно-конструктивных параметрах устройства мало отличается от прямолинейной. На рис.3 штриховой линией показана прямолинейная форма лопатки, соответствующая скорости костры 6 м/с.

Угол наклона (в градусах) прямолинейной планки к горизонту можно определить по

формуле:  $\alpha = \arctg\left(-\frac{y_B}{x_B}\right) \frac{180}{\pi}$ . Аппрокси-

мируя полученные значения полиномом второго порядка, была найдена функция, описывающая зависимость угла наклона планки к горизонту от скорости движения костры:

$$\alpha = 13,76 + 4,53 V - 0,09 V^2. \quad (8)$$

Сравнивая полученные значения угла  $\alpha$ , рассчитанные по формуле (8), со значениями, определенными по формуле (3), при  $0 < y < 0,05$  можно отметить, что отклонение составляет не более  $3,5^\circ$ .

## ВЫВОДЫ

Для обеспечения безударного прохождения костры вовнутрь сепарирующего устройства его лопатки можно выполнить плоскими, а угол их наклона к горизонту рассчитать по формуле (8).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Живетин В. В., Гинзбург Л. Н., Ольшанская О. М. Лен и его комплексное использование. – М.: Информзнание, 2002.
2. Пашин Е.Л., Разин С.Н. Способ механического штапелирования льняного волокна в ленте//Патент на изобретение РФ № 2250942, МКИ D 01 G 1/00, 37/00. – Оpubл. 27.04.05. Бюл. № 12.
3. Левитский И.Н. Создание экологически чистой обстановки на льно- и пенькозаводах. – Кострома, 1993.
4. Разин С.Н. Развитие теории и технологии механической модификации короткого льняного волокна: Дис...докт. техн. наук. – Кострома, 2005.

Рекомендована отделом технологии и оборудования безотходных производств ВНИИЛК. Поступила 30.06.08.