

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРЕЖЕНИЯ СЛОЯ ХЛОПКА-СЫРЦА В ПИТАТЕЛЕ ОЧИСТИТЕЛЯ МЕЛКОГО СОРА

*Х.И. ИБРОГИМОВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ*

(Таджикский технический университет им. академика М.С.Осими,  
Костромской государственный технологический университет)

Основными рабочими органами питателей-очистителей хлопка-сырца от мелко-го сора 1-ХК(СЧ-01,СЧ-02 и 6А-12М1) являются шахта, питающие валики, имеющие регулируемый привод, и рыхлительный-приемный рабочий орган в виде колкового или колково-планчатого барабана рис.1-а. Из шахты 1 при помощи питающих валиков 2 хлопок-сырец уплотняется и подается в виде холста (под холстом подразумевается уплотненная масса хлопка-сырца в пространстве между питающими валиками и колковым барабаном) на вращающийся с большой частотой рыхлительный колковый барабан 3. Колки 4 рыхлительного барабана 3 за счет ударных воздействий захватывают нижний конец холста и отрывают от него клочки хлопка-сырца в виде группы взаимосвязанных летучек (или одиночных летучек) и затем протаскивают их по сетчатой или колосниковой решетке.

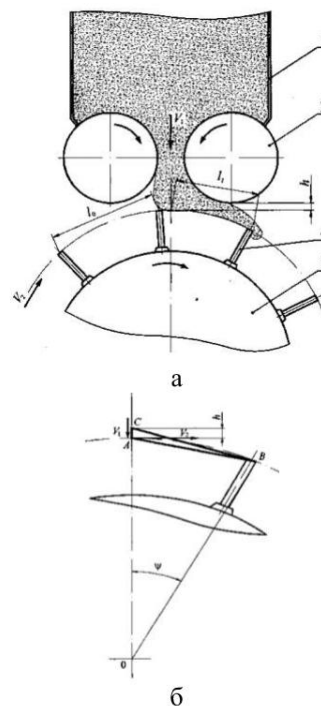


Рис.1

На рис.1-б показана схема взаимодействия колков с холстом, где  $V_1$  – скорость подачи хлопка-сырца;  $V_2$  – линейная скорость колкового барабана.

При взаимодействии колкового барабана с холстом происходят следующие процессы, определяющие качество хлопко-сырца и хлопкового волокна, как при очистке, так в дальнейшем при дженировании. К этим процессам относятся:

- разукрупнение (разрежение) холста на отдельные клочки или отдельные летучки;
- удлинение связей между летучками;
- зажгучивание волокнистых связей из-за нецентрального ударного воздействия колков по летучкам;
- выделение сора;
- повреждение семян.

Механизмы этих процессов характерны и для других очистителей и машин первичной обработки хлопка. В этой связи рассмотрение данных процессов, получение математических и других моделей позволяют распространять их и на другие операции, связанные с очисткой хлопко-сырца.

Изучение процессов разукрупнения хлопко-сырца в очистителях рассматривалось в работах [1...6]. В исследованиях профессора Бурнашева Р.З. [1] подробно изучен структурный состав и кинетика его изменения в основном применительно к очистителям крупного сора. Им изучено изменение структуры хлопко-сырца на очистителях ОХ-2, ЧХ-3М1 и ЧХ-3М2 Мехнат. Как следует из [1], большинство частиц хлопко-сырца состоят из 2...4 летучек. Бурнашев Р.З. считает [1], что показатель структуры хлопко-сырца может служить критерием эффективности очистительного эффекта. С этим можно согласиться.

Для раскрытия влияния технологических параметров рабочих органов питающей секции проведем теоретические исследования, за основу которых возьмем методику, изложенную в работе [2]. При составлении математической модели были приняты следующие допущения:

- хлопок-сырец при помощи питающих валиков подается на колковый барабан с постоянной скоростью;
- взаимодействие колков барабана с хлопком-сырцом при его разрезании происходит в зоне упругопластических деформаций;
- выделение сора в процессе разрезания при составлении модели не учитывается;
- удар колка о летучку будем считать неупругим.

Рассмотрим схему питающей секции очистителя, изображенную на рис.1-а и б. Как видно из рисунка, борода, захваченная колком, деформируется. Растяжение бородки может быть выражено равенством

$$\ell_1 = \ell_0(1 + \varepsilon), \quad (1)$$

где  $\ell_0$  – длина недеформированной бородки;  $\ell_1$  – длина деформированной бородки;  $\varepsilon$  – относительная деформация бородки.

Относительная деформация может быть выражена как

$$\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell_0}, \quad (2)$$

где  $\Delta \ell = \ell_1 - \ell_0$  – величина абсолютной деформации.

Воспользуемся выражением для ряда Тейлора:

$$f(x) = f_0 + \left( \frac{\partial f}{\partial x_0} \right) \Delta x + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 f}{\partial x_0^2} \right) \Delta x^2 + \dots \quad (3)$$

Примем  $f_{(x)} = \varepsilon$ ,  $f_0 = \varepsilon_0$  – деформация при статическом растяжении,  $x = t$ , тогда

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial \varepsilon}{\partial t}. \quad (4)$$

С учетом выражения (2) получим:

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = \frac{1}{\ell_0} \frac{\partial (\Delta \ell)}{\partial t} = \frac{1}{\ell_0} V_d, \quad (5)$$

где  $V_d$  – скорость деформации бородки.

С учетом (5) выражения для  $\varepsilon$ , разложенной в ряд Тейлора будет

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \frac{V_d}{\ell_0} \Delta t + \dots \quad (6)$$

В выражении (6) ограничились первыми двумя членами ряда. Теперь выражение (1) можно записать:

$$\ell_1 = \ell_0 \left( 1 + \varepsilon_0 + \frac{V_d}{\ell_0} \Delta t \right). \quad (7)$$

Формула (7) справедлива для пластической деформации. Для учета упругих свойств в [2] вводится поправочный коэффициент  $k$ , учитывающий упругую составляющую деформацию (находится из опытных данных).

По рекомендациям [2] коэффициент  $k = 0,03 \div 0,01$ .

$$\ell_1 = \ell_0 \left( 1 + \varepsilon_0 + k \frac{V_d}{\ell_0} \Delta t \right). \quad (8)$$

Скорость деформации может быть определена из выражения, описывающего геометрическую сумму векторов скоростей подачи материала питающими валиками  $V_1$  и скорости колкового барабана  $V_2$ :

$$V_d = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}. \quad (9)$$

Если выразить  $\ell_0$  через зазор между питающими валиками и колковым барабаном как

$$\ell_0 = h + \Delta h = h + V_1 \Delta t, \quad (10)$$

то из (10) можно определить  $\Delta t$ :

$$\Delta t = \frac{\ell_0 - h}{V_1}. \quad (11)$$

С учетом (11) выражение (8) примет вид:

$$\ell_1 = \ell_0 \left( 1 + \varepsilon_0 + k \frac{V_d}{\ell_0} \frac{(\ell_0 - h)}{V_1} \right). \quad (12)$$

Считая, что статическая деформация очень мала, то есть  $\varepsilon_0 = 0$ , будем иметь:

$$\ell_1 = \ell_0 \left( 1 + k \frac{V_d}{\ell_0} \frac{(\ell_0 - h)}{V_1} \right). \quad (13)$$

Здесь величина  $\ell_1$  характеризует динамическую растянутость бородки от момента захвата до отрыва. Чем больше  $\ell_1$ , тем меньше частиц отделяется от холста, тем больше разукрупнение и тем легче будет выделяться сор. Из уравнения (13) можно найти технологический зазор  $h$ :

$$h = \frac{\ell_0 \left[ \left( 1 - \frac{\ell_1}{\ell_0} \right) + k \frac{V_d}{V_1} \right]}{k \frac{V_d}{V_1}}. \quad (14)$$

Если считать поток хлопка-сырца непрерывным, то изменение его плотности по ходу потока при одинаковой ширине можем записать [4]:

$$\mu_1 V_1 = \mu_2 V_2, \quad (15)$$

где  $\mu_1$  и  $\mu_2$  – плотности потока до и после разрезания.

Условно (15) можно выразить через линейные плотности:

$$\rho_0 \ell_0 = \rho_1 \ell_1, \quad (16)$$

где  $\rho_0$  – линейная плотность холста;  $\rho_1$  – линейная плотность бородки после отрыва.

Если выразить  $\ell_1$  через массу, то

$$\ell_1 = \frac{m_1}{\rho_1}, \quad (17)$$

где  $m_1$  – масса единицы длины разрезаемого слоя.

Возвращаясь к формуле (8), можно записать, что при

$$\ell_0 = \ell_1 \frac{\rho_1}{\rho_0} \text{ и } \ell_1 = \ell_0 \frac{\rho_0}{\rho_1},$$

формула (8) примет вид:

$$\ell_1 = \ell_0 \frac{\rho_1}{\rho_0} \left( 1 + k \frac{V_d}{\ell_0} \Delta t \right). \quad (18)$$

Отсюда найдем линейную плотность разреженного потока хлопка-сырца:

$$\rho_1 = \frac{\rho_0}{\left( 1 + k \frac{V_d}{\ell_0} \Delta t \right)}. \quad (19)$$

С учетом (11), (12) и (13) получим

$$\rho_1 = \frac{\rho_0}{\left( 1 + k \frac{V_d}{\ell_0} \frac{(\ell_0 - \ell_1)}{V_1} \right)}. \quad (20)$$

Выражение (20) характеризует зависимости линейной плотности разрезаемого потока хлопка-сырца от скорости деформации, скорости питающих валков и плотности холстика, подаваемого в зону очистки.

Анализируя выражение (20), можно видеть, что наибольшее влияние на процесс разукрупнения – разрежения оказывает скорость деформации, главной составляющей которой является скорость колкового барабана. До каких пределов можно разрыхлять хлопок-сырец перед подачей его в очиститель? Учитывая специфику хлопка-сырца, в котором наименьшей

структурной частицей является летучка (одиночное семечко с закрепленным на нем волокном) – поток разрезаемого хлопка-сырца должен состоять, по возможности, из одиночных летучек.

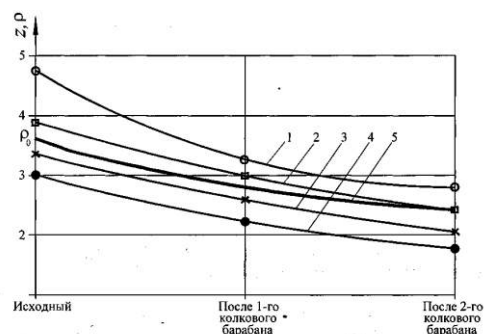


Рис.2

На рис.2 представлен график кинетики изменения структурного состава хлопка-сырца по переходам [1]. Там же показан характер изменения плотности потока хлопка-сырца. По оси ординат отложено:  $z$  – среднее число летучек в частицах хлопка-сырца;  $\rho$  – плотность потока хлопка-сырца.

Кривые 1, 2 соответствуют хлопку-сырцу 1 класса, 1 сорта при  $W = 8,5\%$ . Кривые 3,4 соответствуют хлопку-сырцу 2 класса, 1 сорта при  $W = 8,5\%$ . Кривая 5 соответствует теоретической кривой изменения плотности потока хлопка-сырца, подсчитанной по формуле (20) при  $k = 0,03$ ,  $V_d = 10 \text{ м/с}$ ;  $\ell_0 = 130 \text{ мм}$ ;  $h = 10 \text{ мм}$ .

Как следует из графиков кинетики изменения структурного состава, воздействия колковых барабанов существенно изменяют структурный состав холста, что подтверждают и теоретические исследования о разукрупнении (разрежении) потока хлопка-сырца.

## ВЫВОДЫ

Разработана методика расчета параметров процесса разрежения потока хлопка-сырца при взаимодействии с колковыми барабанами очистителей хлопка от мелкогосора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Бурнашев Р.З.* Теоретические основы технологии очистки хлопка-сырца: Дис. ... докт. техн. наук. – Ташкент, 1983.

2. *Юсупов Ф.Ш.* Технологические принципы первичной обработки хлопка и реализация основных закономерностей механики при их исследовании и оптимизации: Дис. ... докт. техн. наук. – Ташкент, 1994.

3. *Корабельников Р.В.* Теоретическое и экспериментальное исследование процессов и конструкций рабочих органов машин для переработки тонковолокнистого хлопка-сырца с целью повышения качества и эффективность их работы: Дис. ... докт. техн. наук. – Кострома, 1981.

4. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Теория и практика совершенствования очистителей волокна. Монография. – Кострома, 2001.

5. *Лугачев А.Е.* Разработка теоретических основ питания и очистки хлопка применительно к поточной технологии его переработки: Дис. ... докт. техн. наук. – Ташкент, 1998.

6. *Махкамов Р.Г.* Повышение технологической надежности хлопкоочистительных машин, работающих в ударном режиме. – Ташкент. Изд-во «Фан», 1989.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 02.10.08.

---