



ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ХЛОПКА-СЫРЦА ОТ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Шодмонкулов Зохир Абдурахимович
доцент, Ташкентский институт текстильной
и легкой промышленности

Аннотация: Изложены результаты теоретического анализа процесса очистки хлопка-сырца от сорных примесей при контактном взаимодействии с элементами колкового и колково-планчатого барабанов

Ключевые слова: колковый барабан, планчатый барабан, комок хлопка, сила тяжести, нормальная сила, скорость

Важным процессом в хлопкопереработке является очистка хлопка-сырца от мелких сорных примесей, что оказывает большое влияние на процессы его переработки на следующем этапе, то есть джинирования и волокноочистки. В случае недостаточной очистки мелких соров он переходит от пассивного сора к активному сору и затрудняет выделение волокна в очистителе. Все очистители, выделяющие мелкие соры из хлопка-сырца, работают на одной стороне, то есть хлопок перемещается через площадь поверхности сетки, трепальнованные на колковых барабанах. Этот процесс многократно повторяется и хлопок очищается от мелких сор. Эффективность очистки зависит от количества оборотов колковых барабанов, поверхности сетки и показателей качества хлопкового сырья.

Количество оборотов трепальных колковых барабанов ограничено ростом механических повреждений хлопка-сырца, а площадь поверхности сетки - переходом хлопка-сырца в состав сорных примесей.

Так как время удара τ обычно имеет малое численное значение, то изменению скоростей точек соответствуют большие ускорения, вследствие чего силы, действующие при ударе, во много раз превышают обычные, а при рассмотрении процесса удара последние не учитываются. Условно можно принять сорные примеси хлопка за материальную точку. Пусть в некоторый момент времени сорные примеси ударяются о неподвижный круглый колосник (рис. 1).

mg – сила тяжести комка хлопка (Н);

kv^2 – сила сопротивления воздуха (Н);

μN – сила трения хлопка по колку (Н);
 $2m\omega^2\dot{x}$ – сила Кориолиса (Н);
 $m\omega^2z$ – центробежная сила колка хлопка (Н);
 N – нормальная сила (Н);

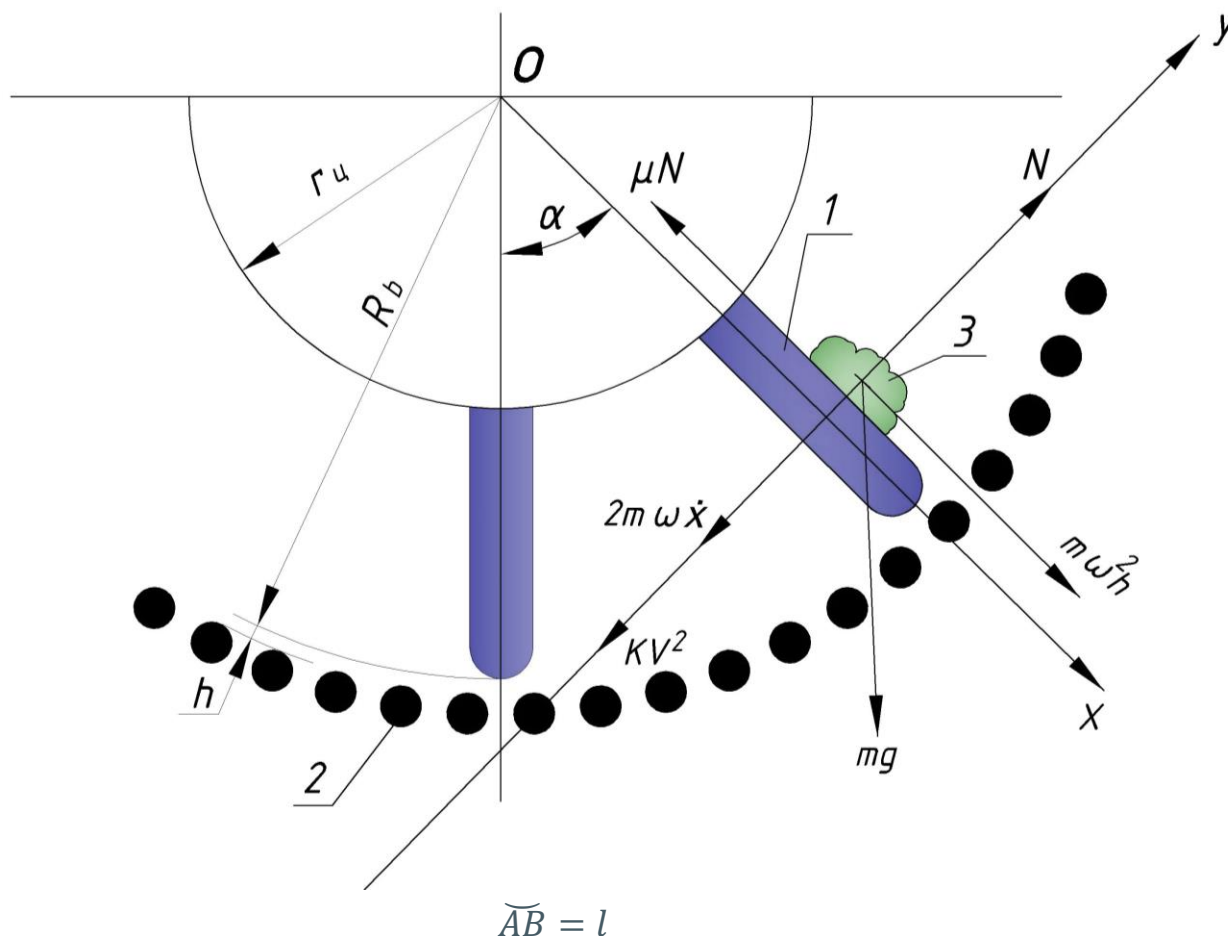


Рис. 1. Силы действующие на очищаемый комочек хлопка в секции очистки от мелкого сора: 1- колоч барабана; 2- колосники; 3 – комочек хлопка

По истечении короткого промежутка времени сорные примеси отскакивают от колосника. Мелкие соры отскакивают со скоростью V_{a1} , крупные соры отскакивают со скоростью V_{a2} . Пренебрегая импульсом силы трения между сорной примесью и колосником за время контакта, согласно дифференциальным уравнениям динамики [1], соответствующим действию колков барабана на хлопок-сырец, можно записать:

$$\begin{cases} -kv^2 + N - 2m\omega^2\dot{x} - mg \sin \alpha = m\ddot{y} \\ m\omega^2(r_u + H) + mg \cos \alpha - \mu N = m\ddot{x} \end{cases} \quad (1)$$



Введем $N = mg \cos \alpha$, получим уравнения:

$$L = \left(\frac{N - k \cdot v^2 - 2 \cdot \omega^2 (r_u + H)}{m} \right) \cdot \frac{t^2}{2} - [(2 \cdot \omega \cdot (1 - \mu) - 1) \cdot g \cdot \sin \omega \cdot t]$$

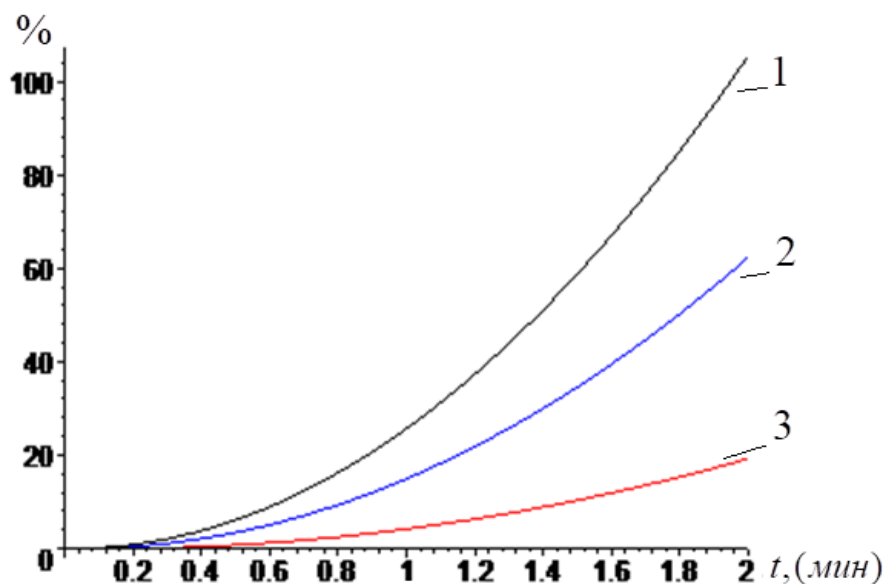


Рис. 2. Анализ различных значений массы сорных примесей, отделяемых от комка хлопка, движущегося по колковому барабану
1- $V_1=3.32$ м/с, $V_2=4.26$ м/с, $V_3=5.33$ м/с

Из анализа графика (рис. 2) следует, что скорость движения отделившихся сорных примесей зависит от массы комков, то есть от степени разрыхленности очищаемой пробы и скорости вращения колкового барабана. Для лучшего выделения сорных примесей при их высокой степени разрыхленности рекомендуемые скорости вращения колкового барабана можно выбрать в пределах 5-5,5 м/с.

На втором по ходу колковый барабан сделан колково-планчатым, поэтому рассмотрим распределение действующих сил с учетом введенного изменения. Схема действующих сил приведена на рис.3.

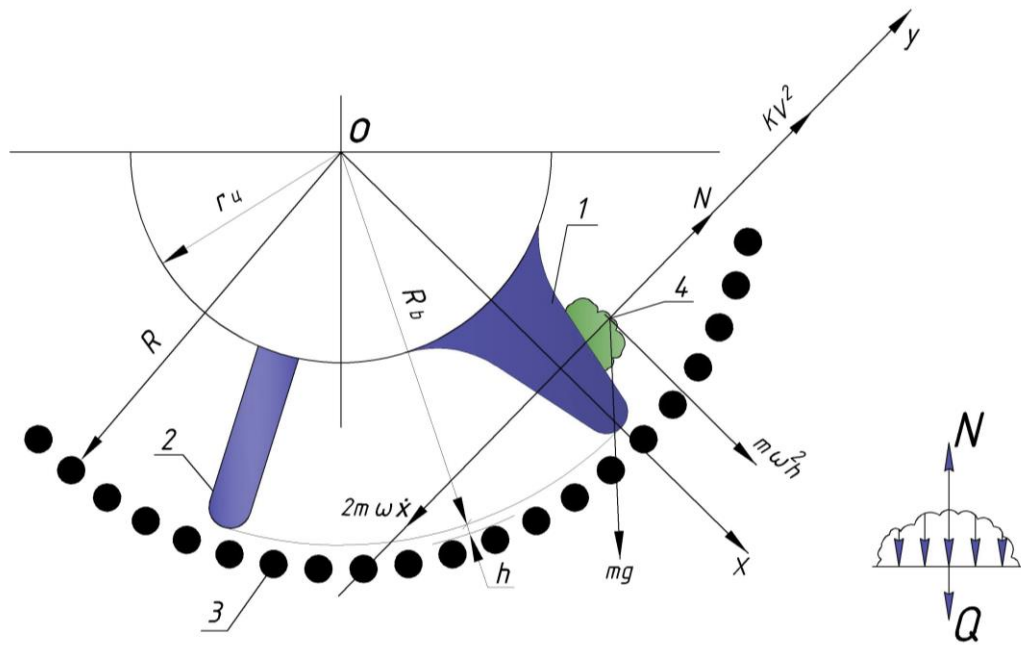


Рис. 3. Схема действующих сил сопротивления при очистке хлопка колково-планчатым барабаном: 1- планка барабана; 2- колок барабана; 3- колосники; 4 - комок хлопка

Теоретический анализ при действии планки барабана для очистки крупных сор из хлопка с учетом зависимости (1) записывается в следующем виде [2]

$$\begin{cases} kv^2 + q \cdot AB - 2m\omega\dot{x} - mg \sin \alpha = m\ddot{y} \\ m\omega^2(r_u + H) + mg \cos \alpha - \mu \cdot q \cdot AB = m\ddot{x} \end{cases} \quad (2)$$

С учетом того, что угловая скорость барабана при вращательном движении определяется по формуле $\alpha = \omega t$, то

$$\begin{cases} kv^2 + \frac{2}{m} AB - 2\omega\dot{x} - g \sin \alpha = \ddot{y} \\ \omega^2(r_u + H) + g \cos \alpha - \frac{\mu q}{m} AB = \ddot{x} \end{cases} \quad (3)$$

принимая $\overline{AB} = 1$, тогда уравнения (3):



$$\begin{cases} \frac{k}{m} v^2 + \frac{ql}{m} - 2\omega\dot{x} - g \sin \alpha = \ddot{y} \\ \omega^2 (r_u + H) + g \cos \alpha - \frac{\mu q l}{m} l = \ddot{x} \Rightarrow \\ \Rightarrow \dot{x} = \left(\omega^2 (r_u + H) - \frac{\mu q l}{m} \right) t - g \omega \sin \omega t + c_1 \end{cases} \quad (4)$$

Из начального условия $\dot{x}_{t=0} = 0 \Rightarrow c_1 = 0$ здесь

$$\dot{x} = \left(\omega^2 (r_u + H) - \frac{\mu q l}{m} \right) \cdot t - g \omega \sin \omega t \quad \text{учитываем и составим уравнения}$$

$$\frac{k}{m} v^2 + \frac{ql}{m} - 2 \cdot \omega \left[\left(\omega^2 (r_u + H) - \frac{\mu q l}{m} \right) t - g \omega \sin \omega t \right] - g \sin \omega t = \ddot{y}$$

$$\frac{k}{m} v^2 + \frac{ql}{m} - 2 \cdot \omega^3 (r_u + H) t + \frac{2\omega\mu q l}{m} t + 2\omega^2 g \omega \sin \omega t - g \sin \omega t = \ddot{y}$$

$$\dot{y} = \left(\frac{ql}{m} + \frac{k}{m} v^2 \right) \cdot t - 2\omega^2 (r_u + H) \cdot \frac{t^2}{2} + \frac{2\omega\mu q l}{m} \cdot \frac{t^2}{2} + 2\omega^3 g \cos \omega t + c_2$$

Из начального условия $(\dot{y})_{t=0} = 0 \Rightarrow c_2 = 0$ здесь

$$y = \left(\frac{ql}{m} + \frac{k}{m} v^2 \right) \cdot \frac{t^2}{2} + \left(\frac{2\omega\mu q l}{m} - 2\omega^2 (r_u + H) \right) \cdot \frac{t^3}{2} - 2\omega^4 g \sin \omega t + c_4$$

Из граничного условия $(y)_{t=\tau} = L \Rightarrow$ тогда

$$L = \left(\frac{ql}{m} + \frac{k}{m} v^2 \right) \cdot \frac{\tau^2}{2} + \left(\frac{\omega\mu q l}{m} - \omega^2 (r_u + H) \right) \cdot \frac{\tau^3}{3} - 2\omega^4 g \sin \omega \tau, \quad (5)$$

Где v – скорость; ω – угловая скорость; m – масса комка хлопка; μ – коэффициент трения; q – распределенная сила; H – высота колка или планки; k – коэффициент пропорциональности; g – ускорение свободного падения; l – длина дуги комка хлопка

Уравнение (5) характеризует очистку от сорных примесей хлопка-сырца при прохождении через планки барабана.

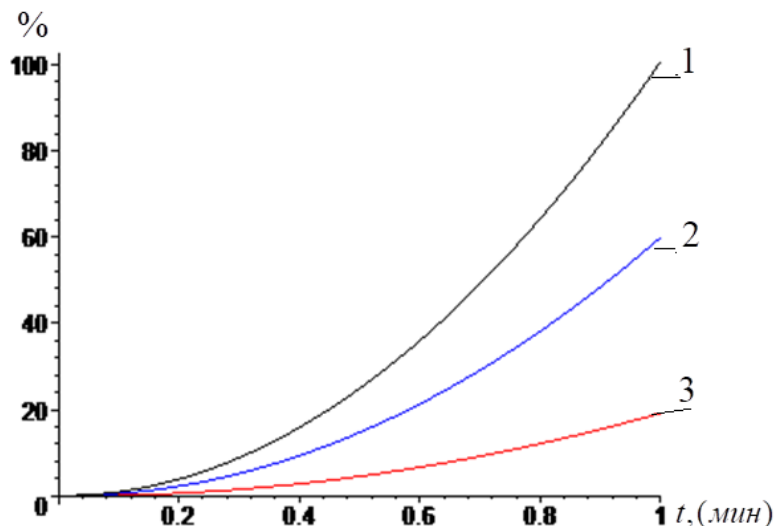


Рис. 4. Анализ различных значений скоростей движения сорных примесей на планковом барабане: $v_1=5.39$ м/с, $v_2=4.23$ м/с, $v_3=3.34$ м/с

При движении хлопка на планчатом барабане по разным поверхностям площадок сетки эффективность очистки сора от хлопка зависит от площади сетки и каждого размера планки. При сильном ударе по хлопку через колки за счет сжимающих сил хлопка происходит движение сорных примесей и осуществляется процесс выделения сора из хлопка.

Литература

1. Антонов В. И. Теоретическая механика (динамика) –Москва: МИСИ-МГСУ; «Интермедиатор», 2017. – 121с.
2. Григорьев А.Ю., Малявко Д.П., Федорова Л.А. Теоретическая механика. Кинематика - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. - 74 с.