

УДК 677. 21.021

ДИНАМИЧЕСКОЕ НАГРУЖЕНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ЧАСТИЦАМИ ПРИ РАЗРЕЖЕНИИ СЛОЯ ХЛОПКА-СЫРЦА В ПИТАТЕЛЕ ОЧИСТИТЕЛЯ МЕЛКОГО СОРА

А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Х.И. ИБРОГИМОВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ

(Костромской государственной технологической академии)

Для рассмотрения процесса захвата частиц рабочим органом и динамического нагружения волокнистых связей воспользуемся методикой, изложенной в работе [1]. На участке после питающих валков слой хлопка-сырца подвергается воздействию разрыхляющего рабочего органа. На практике рабочие органы могут быть различной конструкции, например, в виде колков, прерывистых планок, зубчатых дисков и других. В любом случае на участке разрезания происходит вытягивание волокнистого материала – разрезание. Для качественной и количественной оценки динамики нагружения связей частиц с рабочим органом рассмотрим следующую динамическую модель.

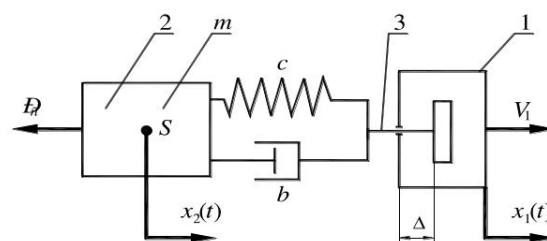


Рис. 1

На рис.1 показана динамическая модель процесса нагружения волокнистых связей частиц хлопка-сырца рабочим органом. Здесь 1 – рабочий орган (колок); 2 – частица хлопка-сырца; 3 – волокнистая связь; m – масса частицы; P_c – сила сопротивления со стороны слоя при отделении частицы; c

– коэффициент жесткости волокнистой связи; b – коэффициент демпфирования волокнистой связи; x_1 – координата движения рабочего органа; x_2 – координата движения центра тяжести частицы; V_1 – окружная скорость рабочего органа; Δ – выборка слабины волокна при погружении (выборка зазора).

При составлении моделей сделаем следующие допущения: массу частицы будем считать сосредоточенной в центре тяжести S ; движение частицы будем считать прямолинейным; силу сопротивления слоя будем считать постоянной.

Так как исследуем нагружение в течение первого полупериода колебаний упругой системы, после составления уравнения движения, демпфирующими свойствами пренебрегаем. Такое нагружение считается квазиударным [2], [3]. Дифференциальным уравнением движения частицы будет:

$$m\ddot{x}_2 + b\dot{x}_2 + cx_2 = cV_1t - P_c. \quad (1)$$

Разделим на массу m и, пренебрегая вторым членом, получим:

$$\ddot{x}_2 + \omega_0^2 x_2 = \frac{cV_1t - P_c}{m}, \quad (2)$$

где $\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}$ – круговая частота собственных колебаний упругой системы.

Общее решение уравнения (2) будет:

$$x_2 = A \sin \omega_0 t + B \cos \omega_0 t + V_1 t - \frac{P_c}{c}. \quad (3)$$

Из начальных условий, считая, что при $t=0, \dot{x} = V_0$ (где V_0 – скорость слоя, определяемая питающими валиками), а также принимая во внимание, что $x_1 - x_2 = \frac{P_c}{c}$, это означает, что движение частицы начнется после выборки слабины (зазора) Δ и нагружении волокон связи силой P_c , мож-

но найти, что $B=0$,

$$A = -\frac{1}{\omega_0}(V_1 - V_0), \quad (4)$$

а деформация волокна будет:

$$x_1 - x_2 = \frac{1}{\omega_0}(V_1 - V_0) \sin \omega_0 t + \frac{P_c}{c}. \quad (5)$$

Тогда нагрузка на связи от упругой деформации будет:

$$P = c(x_1 - x_2) = c(V_1 - V_0) \sqrt{\frac{m}{c}} \sin \omega_0 t + P_c. \quad (6)$$

Максимальная нагрузка определится:

$$P_{\max} = c(V_1 - V_0) \sqrt{\frac{m}{c}} + P_c. \quad (7)$$

Так как скорость $V_0 \ll V_1$, то можно записать, что

$$P_{\max} = cV_1 \sqrt{\frac{m}{c}} + P_c = V_1 \sqrt{mc} + P_c. \quad (8)$$

Время нарастания нагрузки можно определить из следующего соотношения:

$$t_n = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{c}}. \quad (9)$$

Анализируя (8), можно отметить, что максимальная сила, приложенная к волокнистым связям в процессе разрезания, состоит из двух составляющих частей. Первая часть определяет динамичность приложенной нагрузки и в основном зависит от скорости рабочего органа V_1 , а вторая часть определяет статическую составляющую. На рис.2 изображен характер нагружения волокнистой связи при разрезании.

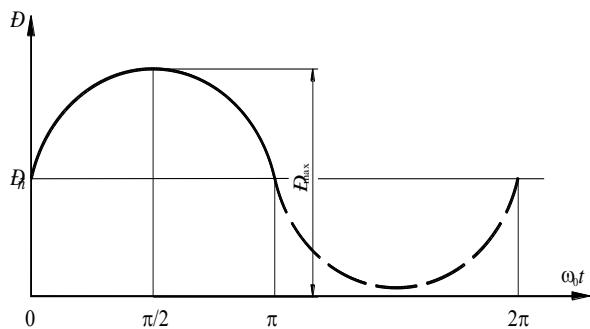


Рис. 2

В рассмотренном случае предполагается, что волокнистая связь подвержена только упругой деформации и отсутствует пластическая составляющая.

Фактические графики зависимости деформации от силы нагружения представляют кривые, изображенные на рис.3, где кривая 1 соответствует разделению на мелкие частицы более крупной в свободном состоянии; кривая 2 – разделению на частицы в условиях сжатого холстика (после питающих валиков); кривая 3 – разделению предварительно разрыхленных частиц хлопка-сырца.

Горизонтальные участки кривых характеризуют обрывы волокон, распад связей между волокнами разных частиц и др. В целом для анализа динамики процесса разрезания (разукрупнения) слоя достаточно проведенного анализа, который описывает поведение связей в условиях упругой деформации.

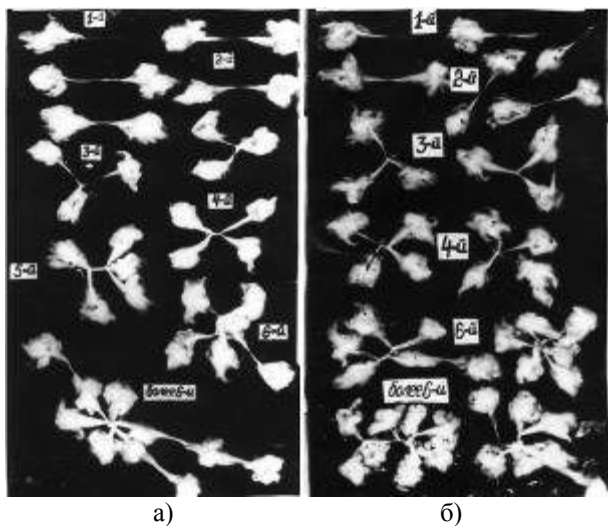


Рис. 4

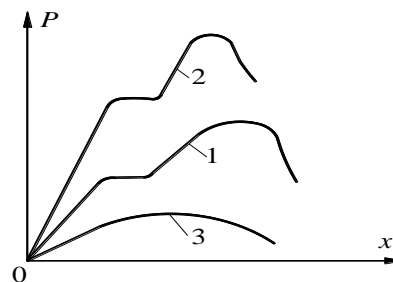


Рис. 3

На рис.4-а и б представлены образцы частиц хлопка-сырца с образованием волокнистых связей между частицами и лутучками хлопка-сырца после обработки на колковых барабанах: а) – для хлопка-сырца 1 класса; б) – для хлопка-сырца 2 класса.

Фотографии подтверждают, что рассмотренные явления, описанные нами выше, происходят и поэтому в дальнейшем следует разработать мероприятия по устранению их негативных последствий.

ВЫВОДЫ

Теоретически рассмотрены вопросы динамического нагружения волокнистых связей между частицами хлопка-сырца, что имеет место в реальном процессе при образовании зажгученности волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Теория и практика совершенствования очистителей волокна: Монография. – Кострома, 2001.
2. *Комаров М.С.* Динамика механизмов и машин. – М.: Машиностроение, 1969.
3. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* Об одной проблеме выделения крупных примесей из волокнистого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №3.

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