

ИЗУЧЕНИЕ ПРИЧИН УКРАЧИВАНИЯ ВОЛОКОН ПРИ ОЧИСТКЕ

Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Д.А. ЛЕБЕДЕВ, Е.И. ГРОМОВА

(Костромской государственной технологической университет)

Все волокна – хлопковые и особенно льняные – теряют свою длину при механических взаимодействиях с рабочими органами очистительных машин. Главными причинами обрыва волокон, а особенно

кончиков, являются высокие напряжения, возникающие в волокнах при механических взаимодействиях с активными и пассивными рабочими органами.

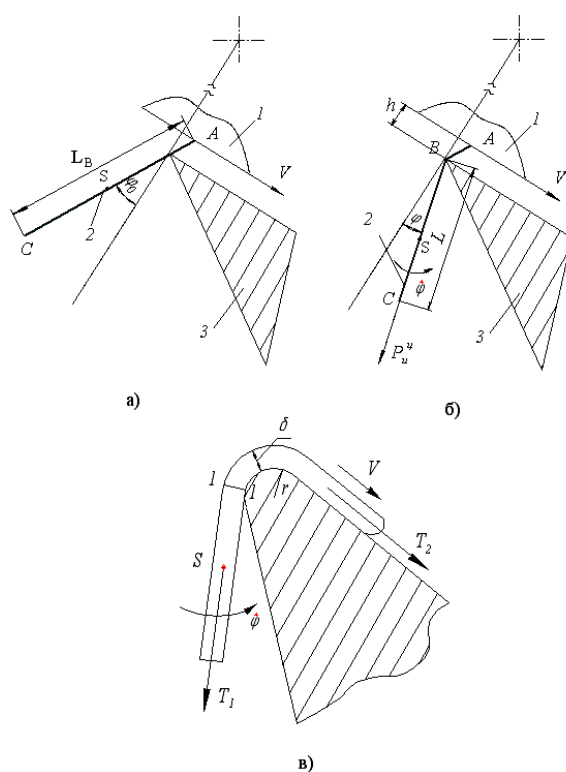


Рис. 1

Для выявления причин обрыва нами рассмотрен процесс взаимодействия волокон с колосником (рис. 1-а и б – схема

взаимодействия волокна с колосником: 1 – пильный цилиндр; 2 – прядка волокна; 3 – колосник).

Ранее нами было получено уравнение движения захваченной зубом пильного диска прядки при взаимодействии с колосником с учетом силы аэродинамического сопротивления [1]:

$$\ddot{\varphi} - \frac{2}{L} \frac{dL}{dt} \dot{\varphi} + \frac{g}{L} \sin\varphi = \frac{-M_c}{mL^2}, \quad (1)$$

где L – длина свободной части прядки ($L=BC$); φ – угол поворота пряди при движении свободного конца; m – масса свободной части прядки волокна; M_c – момент от силы сопротивления воздуха при вращательном движении прядки относительно кромки колосника.

Величина L переменная и может быть определена из выражения [2]:

$$L = L_B - \sqrt{V^2 t^2 + 2Vt \operatorname{th} \varphi_0 + \frac{h^2}{\cos^2 \varphi_0}}, \quad (2)$$

где h – величина технологической разводки (расстояние между пильным цилиндром и колосником); φ_0 – угол отклонения пряди волокна от радиального направления при вращении пильного диска под действием сил аэродинамического сопротивления; V – скорость движения пильного диска; L_B – длина захваченной пряди волокна ($L_B = AC$).

Дифференциальное уравнение (1) решается численным методом. В качестве начальных условий при решении данного уравнения следует принять: при времени $t=0$ угол отклонения прядки $\varphi_0 = 25$ град; длина волокна $L_B = 0,035$ м. Технологическая разводка $h = 0,001$ м; скорость движения пильного диска $V = 10$ м/с; масса прядки волокна $m = 4 \cdot 10^{-4}$ кг. Поскольку длина волокна $L_B = 0,035$ м, то время взаимодействия прядки с колосником будет не более $0,0034$ с, и поэтому исследования проводились в этом интервале времени.

Для расчета угловой скорости при заданной длине свободного участка прядки волокна применялся дискретный метод. График изменения длины прядки волокна разбивался на участки с постоянным ша-

гом $\Delta L = 2$ мм. Далее исследования проводились с допущением, что на каждом интервале времени длина свободного участка прядки практически не изменялась, и она в работе принималась как постоянная.

Расчеты угловой скорости при уменьшении длины свободной части прядки L показали значительный ее рост при приближении L к нулю. Об этом говорит и анализ уравнения (1), в котором у второго члена уравнения L находится в знаменателе.

В этой связи возникает задача качественной оценки напряжений, возникающих в сечении прядки. Для этого сделаем допущение и будем рассматривать прядку как сплошное тело цилиндрической формы, поперечный размер которого значительно меньше продольного.

В набегающем сечении волокна 1 – 1 (рис. 1-в) возникают следующие напряжения: напряжение изгиба и напряжение растяжения [3]:

$$\sigma_0 = \sigma_{и} + \sigma_{р} \leq [\sigma], \quad (3)$$

где $\sigma_{и}$ – напряжение изгиба; $\sigma_{р}$ – напряжение растяжения; $[\sigma]$ – допустимое напряжение.

Напряжение изгиба определяется как

$$\sigma_{и} = E \frac{\delta}{2r}, \quad (4)$$

где E – модуль упругости; δ – размер поперечного сечения волокна; r – радиус скругления кромки колосника.

Напряжение растяжения может быть определено из выражения

$$\sigma_{р} = \frac{m_B \dot{\varphi}^2 L}{2F}, \quad (5)$$

где F – площадь поперечного сечения волокна; m_B – масса волокна; $\dot{\varphi}$ – угловая скорость вращения прядки волокна относительно кромки колосника.

Таким образом, оценивая выражения (3)...(5), можно отметить, что основными факторами, влияющими на величину об-

рыва, являются угловая скорость вращения

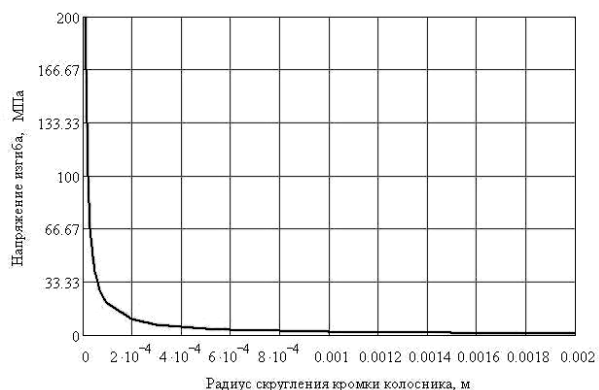


Рис. 2

ϕ и радиус кромки колосника r .

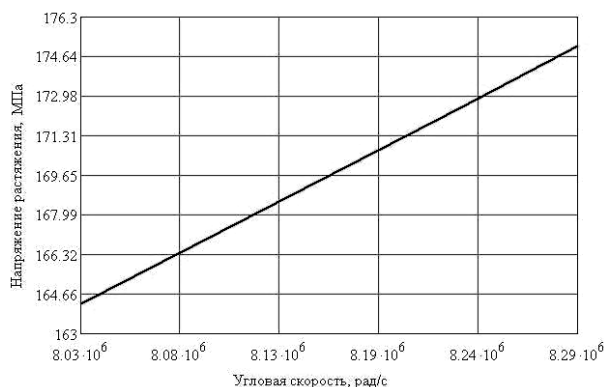


Рис. 3

На рис. 2 и 3 представлены соответственно зависимость напряжения изгиба $\sigma_{и}$ от радиуса кромки колосника r и зависимость напряжения растяжения $\sigma_{р}$ от скорости вращения ϕ . Расчеты проводились при следующих значениях: модуль упругости E составлял $2 \cdot 10^4 \frac{H}{cm^2}$; размер поперечного сечения волокна равнялся $\delta = 2 \cdot 10^{-4}$ м; массу волокна принимали равной $m_b = 4 \cdot 10^{-8}$ кг.

Из графиков видно, что величина напряжений имеет высокое значение при малых радиусах скругления r и возрастает с увеличением угловой скорости вращения свободного конца прядки.

Для подтверждения теоретических данных нами проведено экспериментальное исследование на базе установки, моделирующей схему взаимодействия волокна с колосниками. В ходе эксперимента определялось влияние скорости взаимодействия и формы колосников (колосники треугольной, круглой формы в поперечном сечении и плоские колосники) на укорочение комплексов льняного волокна. Образцы прядок формировались вручную длиной 50 мм. Для каждого образца записывалось одинаковое количество ударов о колосник. Скорость взаимодействия изменялась в пределах от 17,3...32,7 м/с. Что соответствует реальному процессу при очистке волокна. Радиус скругления рабочей кромки колосника треугольной формы составлял около 0,01 мм, а диаметр круглого колосника был равен 12 мм.

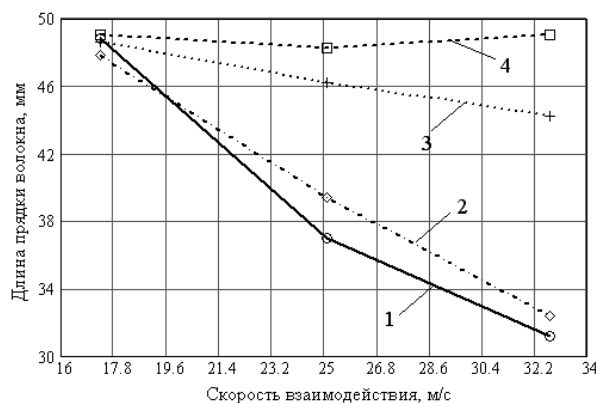


Рис. 4

На рис. 4 (изменение длины прядки волокна от скорости взаимодействия; 1 – обсечка волокна при взаимодействии с колосником треугольного профиля при угле установки колосника 30 град; 2 – обсечка волокна при взаимодействии с колосником треугольного профиля при угле установки колосника 60 град; 3 – обсечка волокна при взаимодействии с круглым колосником; 4 – обсечка волокна при взаимодействии с плоским колосником) представлены данные экспериментального исследования.

Анализ графиков показывает, что наибольшее укорочение волокна происходит при использовании колосников треугольного профиля, что подтверждает теоретические данные, изложенные выше. Обрыв волокон значительно уменьшается при использовании колосников круглого сечения и практически отсутствует при взаимодействии с поверхностью плоского колосника. Это также подтверждает, что причиной

укорочения волокна является малый радиус скругления рабочей кромки колосника.

Таким образом, увеличение площади контакта волокна с поверхностью колосника снижает нагрузку на волокно и предупреждает его обрыв. Безусловно, это не означает, что нужно отказываться от использования колосников треугольного профиля, поскольку именно они позволяют достичь наибольшей степени очистки волокна, однако радиус скругления рабочей кромки, по нашему мнению, должен быть увеличен.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика, позволяющая оценить напряжения, возникающие в сечении волокна, при различных технологических и конструктивных характеристиках очистительной секции.

2. На обрывность волокна в процессе очистки влияют форма колосника и скорость взаимодействия волокна с колосником. С увеличением скорости взаимодействия возникают большие инерционные нагрузки, которые приводят к обрыву волокна. Для снижения обрыва волокон не-

обходимо регулировать угловую скорость вращения ϕ , изменяя угол установки колосника.

3. Наибольшее влияние на укорачивание волокна оказывают ножевой и треугольный колосник с малым радиусом скругления рабочей кромки r . Для снижения обрыва волокна необходимо радиус скругления рабочей кромки треугольного и ножевого колосников увеличивать до 1...2 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корабельников Р.В., Лебедев Д.А., Громова Е.И.* Взаимодействие прядки волокна с колосником в процессе очистки с учетом аэродинамического сопротивления // Научн. тр. молодых ученых КГТУ. – 2007, №8.

2. *Корабельников Р.В., Корабельников А.Р.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 1.

3. *Мигушов И.И.* Механика текстильной нити и ткани: Монография – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 30.06.08.