

УДК 677.022.484.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ПРЯЖИ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЯДЕНИЯ

О.Ю. ДМИТРИЕВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

При моделировании работы пневмомеханического прядильно-крутильного устройства с целью оптимизации конструктивных и заправочных параметров возникает задача получения связи между параметрами заправки устройства и параметрами структуры комбинированной пряжи.

Структура комбинированной пряжи пневмомеханического способа прядения в значительной степени зависит от соотношения натяжения выпрядаемой и прикручиваемой составляющих. Натяжение прикручиваемой составляющей при достаточно малой величине нагона может легко ре-

гулироваться натяжным устройством, причем в некоторой степени изменение величины нагона позволяет изменять соотношение натяжения обеих составляющих.

Натяжение выпрядаемой составляющей создается в процессе формирования пряжи в прядильной камере и может быть определено методами механики нити. Эта задача решалась рядом исследователей и, в частности, И.И. Мигушовым [1].

Для пневмомеханического прядильного устройства ППМ-160 задача решалась с учетом аэродинамической силы, пропорциональной квадрату относительной скорости движения точек нити и частиц воздуха. При этом действием на нить осевого и радиального потоков воздуха пренебрегали и учитывалась только трансверсальная составляющая воздушного потока.

При решении задачи для прядильно-крутильного пневмомеханического устройства приняты следующие исходные данные: наружный радиус пряжевыходной воронки $r_1=20$ мм; радиус желоба прядильной камеры $r_k = 41$ мм; частота вращения камеры $n_k = 24000$ об/мин. Показатель степени относительного радиуса точек в баллоне при определении аэродинамической составляющей натяжения принят $n = 6$.

В результате решения на ЭВМ подобраны значения относительного натяжения P_6 нити в баллоне [1]. Найденные значения P_6 позволяют определить натяжение выпрядаемой составляющей в точке съема со сборной поверхности P_k и у входа в пряжевыходную воронку P_1 . Полученные результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Линейная плотность пряжи, текс	P_6	$P_k, Н$	$P_1, Н$
1	20	0,0663	0,00707	0,093
2	28	0,040	0,0060	0,126
3	36	0,020	0,0039	0,158
4	45	0,010	0,0025	0,195

Для определения величины деформации и натяжения прикручиваемой составляющей составлены уравнения материального баланса для свободной длины нити. Разобьем зону формирования комбинированной нити на два участка: первый – от зажима питающей пары, подающей прикручиваемую нить (точка А) до точки трощения, то есть соединения с выпрядаемой составляющей (точка С); второй – от точки С до зажима выпускной пары В (рис. 1).

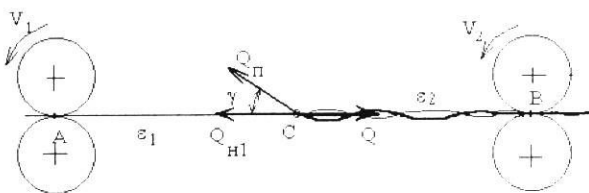


Рис. 1

Для первого участка имеем:

$$\frac{V_1}{1+\varepsilon_0} dt - \frac{V_C}{(1+\varepsilon_1)k_y} dt = d\left(\frac{\ell_1}{1+\varepsilon_1}\right). \quad (1)$$

Для второго участка:

$$\frac{V_C}{(1+\varepsilon_1)k_y} dt - \frac{V_2}{(1+\varepsilon_2)k_y} dt = d\left(\frac{\ell_2}{(1+\varepsilon_2)k_y}\right), \quad (2)$$

где V_1 и V_2 – соответственно скорость подачи нити в ППКУ и скорость выпуска комбинированной пряжи из ППКУ; V_C – средняя скорость движения точки трощения С двух составляющих; ℓ_1 и ℓ_2 – длины участков; ε_0 – относительная деформация нити, подаваемой с питающей паковки; ε_1 и ε_2 – относительная деформация нити на 1 и 2-м участках; k_y – коэффициент усадки нити при скручивании с выпрядаемой составляющей.

Преобразовав уравнения баланса (1) и (2), получим дифференциальные уравнения, описывающие динамику относительной деформации прикручиваемой нити на 1 и 2-м участках:

$$\frac{d\varepsilon_1}{dt} = \frac{V_C}{\ell_1} \frac{1+\varepsilon_1}{k_y} - \frac{V_1}{\ell_1} \frac{(1+\varepsilon_1)^2}{1+\varepsilon_0}, \quad (3)$$

$$\frac{d\varepsilon_2}{dt} = \frac{V_2}{\ell_2} (1+\varepsilon_2) - \frac{V_C}{\ell_2} \frac{(1+\varepsilon_2)^2}{1+\varepsilon_1}. \quad (4)$$

В полученных уравнениях необходимо найти два параметра: коэффициент усадки k_y и скорость V_C . Скорость точки С можно получить, зная величину относительной деформации комбинированной нити ε_k :

$$V_C = \frac{V_2}{(1+\varepsilon_k)}. \quad (5)$$

Относительную деформацию комбинированной нити можно найти из условия статического равновесия точки С (рис. 1): $Q_1 + Q_{II} \cos \gamma = Q_K$, где Q_1 , Q_{II} и Q_K – соответственно натяжение нити, пряжи и крученого продукта (комбинированной пряжи); γ – угол соединения обеих стренг при трощении вблизи пряжевыводной воронки.

Принимая упругий характер удлинения всех трех компонентов и обозначая E с соответствующим индексом – модуль упругости и S – площадь поперечного сечения соответствующего компонента, получим, решая относительно ε_k :

$$\varepsilon_k = \frac{E_H S_H \varepsilon_1 + Q_{II} \cos \gamma}{E_K S_K}. \quad (6)$$

Для определения коэффициента усадки k_y примем во внимание, что он равен косинусу угла α_H наклона оси прикручиваемой нити к оси комбинированной нити:

$$k_y = \cos \alpha_H. \quad (7)$$

Обозначая h – шаг витка крутки крученого продукта; $\Delta \ell$ – абсолютное удлинение нити в крученом продукте, найдем косинус угла α_H из развертки витка крученой нити:

$$\cos \alpha_H = \frac{h}{h + \Delta \ell} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta \ell}{h}} = \frac{1}{1 + \varepsilon_{H2}}. \quad (8)$$

С учетом упругого удлинения нити получаем

$$k_y = \frac{S_H E_H}{E_H S_H + Q_{H2}}, \quad (9)$$

где Q_{H2} – натяжение прикручиваемой составляющей в комбинированной нити (на участке 2), которое может быть определено как:

$$Q_{H2} = E_H S_H \varepsilon_{H2}.$$

Система (3), (4), (5), (6) и (9) с учетом полученного из методики И.И. Мигушова [1] натяжения выпрядаемой составляющей Q_{II} (при этом допускаем, что значение Q_{II} не зависит от влияния прикручиваемой составляющей) позволяет решить задачу о связи заправочных параметров ПМПКУ с параметрами структуры комбинированной нити.

При решении приняты значения линейной плотности выпрядаемой вискозной пряжи $T = 36$ текс и прикручиваемой лавсановой нити $T = 5$ текс; заправочная крутка $K = 376$ кр/м. Значения модуля упругости получены из эксперимента: для комбинированной вискозно-лавсановой пряжи $E_K = 2740$ Н/мм², для прикручиваемой составляющей $E_H = 163$ Н/мм². Остальные параметры заправки приведены выше.

В результате решения при различных значениях коэффициента нагона k_H получены установившиеся значения выходных параметров: относительной деформации прикручиваемой нити в зонах 1 и 2 (соответственно ε_1 и ε_2) и расчетного значения коэффициента усадки нити k_y .

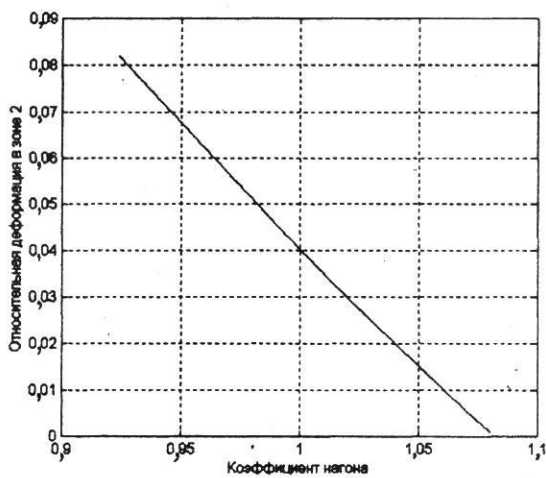


Рис. 2

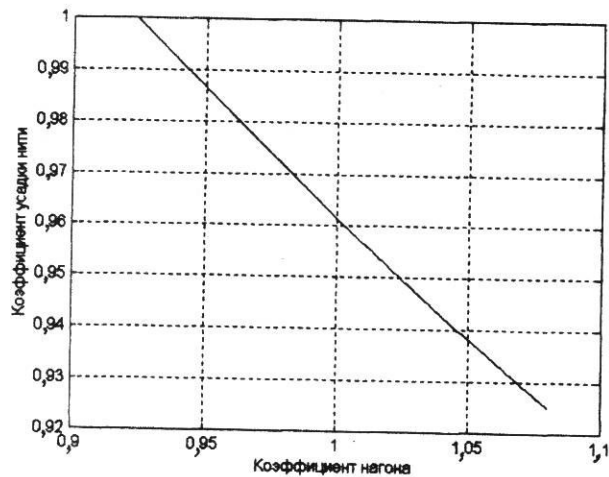


Рис. 3

На рис. 2 и 3 даны графики зависимости относительной деформации ϵ_2 нити и коэффициента усадки нити во второй зоне (зоне скручивания стренг) от величины коэффициента k_n нагона прикручиваемой нити.

ВЫВОДЫ

1. При использовании модели И.И. Мигушова получено решение формы и натяжения нити в баллоне в камере ППМ-160ШГ, позволяющее оценить величину натяжения выпряждаемой составляющей вблизи пряжевыводной воронки. В частности, для пряжи линейной плотности $T = 36$ текс и частоте вращения камеры 24000 об/мин это натяжение составляет 0,16 Н.

2. С помощью впервые разработанной компьютерной модели получены графики изменения относительной деформации прикручиваемой нити в составе комбинированной пряжи и величины усадки от крутки этой составляющей в зависимости от величины нагона.

3. Коэффициент усадки прикручиваемой нити может меняться от $k_y = 1$ при коэффициенте нагона, равном 0,924, до $k_y = 0,925$ при коэффициенте нагона 1,08.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 22.12.04.