

УДК 677.021

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ВОЛОКНА В ВЫТЯЖНОМ ПРИБОРЕ С КРУГЛЫМ ГРЕБНЕМ

А.Ф. КАПИТАНОВ, Н.В. ТРУСКОВА

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

Силы, действующие на волокна в вытяжном приборе, определяют их движение, неровноту от вытягивания и связанные с ней негативные последствия.

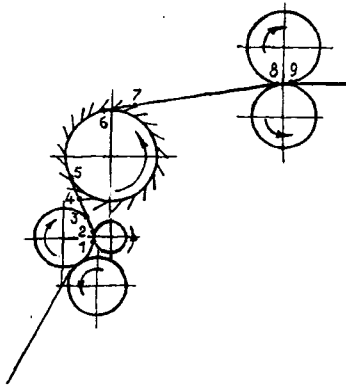


Рис.1

Поле вытягивания прибора с круглым гребнем состоит из зон (рис.1) [1], каждой из которых присущи индивидуальные закономерности, характеризующие силы, действующие на волокна мычки: 1-2 – зона эластичного зажима мычки в выпускной паре; 2-3 – зона огибания валика мычкой; 3-4 – зона вредного пространства; 4-5 –

зона взаимодействия с иглами круглого гребня; 5-6 – зона взаимодействия с иглами и основанием круглого гребня; зоны 6-7 и 7-8 аналогичны соответственно зонам 4-5 и 3-4. Зона 8-9 питающей пары далее не рассматривается, так как разводка в вытяжном приборе существенно превышает максимальную длину волокна в утоняемой ровнице.

Формирование силового поля вытяжного прибора данного типа осуществляется как результат взаимодействия волокон мычки между собой и волокон мычки с поверхностями рабочих органов на линейных и близких к линейным зонах или участках зон (I способ); взаимодействия волокон мычки между собой и с поверхностями цилиндрических рабочих органов (II способ); взаимодействия волокон мычки с поверхностями игл и между собой в межигльном пространстве (III способ).

В табл.1 приведены способы формирования силового поля для соответствующих зон вытяжного прибора.

Таблица 1

Условный номер зоны j*	Способ формирования силового поля		
	I	II	III
1	+		
2		+	
3	+		
4	+		
5		+	
6	+		+
7	+		+

Примечание. * зона обозначена по условному номеру ее границы, ближайшей к зажиму пары А (рис.1).

Анализ показывает, что в зонах 4, 5 и 6 силовые поля созданы комбинациями способов; зона 1 имеет небольшую протяженность и малую кривизну, что с некоторой погрешностью позволяет отнести способ формирования в ней силового поля к способу I.

Определим действующие на волокно силы в вытяжном приборе с учетом способов формирования силовых полей.

С п о с о б

В j -й зоне ($j=1,3,4,6,7$) волокно может располагаться в центральной (с) или периферийной (р) областях сечений мычки [2] с вероятностями соответственно $P_{jc}(y)$ и $P_{jp}(y)$; при этом действующие на волокна в этих областях силы различны по величине, а волокна могут двигаться либо со скоростью выпускной пары, либо со скоростью круглого гребня. В первом из этих случаев трение является динамическим (d) и вызы-

вает силы, ускоряющие (u) волокно, во втором – статические (s) и предопределяет тормозящие (t) силы.

Если общим символом F обозначить силы, а y – координату силового поля, то с учетом приведенной выше символики для ускоряющих сил, действующих на волокно внутри мычки (взаимодействие между волокнами w), будем иметь

$$F_{juw}^I(y) = F_{jdp}(y)P_{jp}(y) + F_{jdc}(y)P_{jc}(y). \quad (1)$$

В зоне 1 волокна контактируют с вероятностью $P_{1z}(y)$ с цилиндром и $P_{1v}(y)$ – с валиком; при этом действующие ускоряющие силы соответственно $F_{1dz}(y)$ и $F_{1dv}(y)$.

Ускоряющая сила в зажиме выпускной пары:

$$F_{jv}^I(y) = F_{1uw}^I(y)P_{1w}(y) + F_{1dz}(y)P_{1z}(y) + F_{1dv}(y)P_{1dv}(y), \quad (2)$$

где $P_{1w}(y)$ – вероятность контактирования в зажиме между волокнами.

Для определения величин сил, входящих в формулу (1) – $F_{jdp}(y)$, $F_{jdc}(y)$ и (2) – $F_{1dz}(y)$ и $F_{1dv}(y)$, используется зависимость, приведенная в [3]. Она имеет общую структуру для различных сил, но входящие в нее параметры различны по величине и зависят от природы контртела, с которым взаимодействует рассматриваемое волокно.

Так, например, динамическая сила трения волокна о волокно в периферийной области сечения мычки будет

$$F_{jdp} = \int_{l_j}^{l_{j+1}} m_{jp}(y) a_d \left[\frac{\delta_j(y)}{m_{jp}(y)} \right]^{b_d} dy, \quad (3)$$

где l_j , l_{j+1} – координаты границы j -й зоны; $m_{jp}(y)$ – число контактов на единицу длины волокна в периферийной области сечения мычки j -й зоны; $\delta_j(y)$ – сила сжатия на единицу длины одного волокна в j -й зоне; a_d , b_d – эмпирические коэффициенты, соответствующие динамическому трению волокна о волокно.

Формулы (1) и (3) могут быть использованы для расчета тормозящих сил любой из зон (табл.1) с соответствующей заменой индексов u на t , d на s , а в соответствующих случаях p на c .

Так, для тормозящей силы имеем

$$F_{jtw}^I(y) = F_{jsp}(y)P_{jp}(y) + F_{jsc}(y)P_{jc}(y). \quad (4)$$

С п о с о б

В j -й зоне ($j=2, 5$) волокно мычки может контактировать с волокнами (w), которые движутся со скоростью выпускной пары, вызывая динамическое трение (d) и ускоряющие силы (u) – вероятность этого события $P_{jwd}(y)$, или со скоростью круглого гребня, вызывая статическое трение (s) и соответственно тормозящие силы (t) – вероятность такого события $P_{jws}(y)$. Кроме того, волокно мычки может контактировать с валиком ($j=2$), что вызывает ускоряющую силу (u) или с основанием гребня, что вызывает тормозящую силу (t) (соответствующие вероятности $P_{2v}(y)$ и $P_{5g}(y)$).

Ускоряющая сила, например, для $j=2$:

$$F_{2u}^{II}(y) = F_{2v}(y)P_{2v}(y) + F_{2wd}(y)P_{2wd}(y), \quad (5)$$

а тормозящая сила для этой зоны:

$$F_{2t}^{II}(y) = F_{2ws}(y)P_{2ws}(y). \quad (6)$$

Для зоны 5 значение тормозящей силы может быть найдено по формуле

$$F_{5t}(y) = F_{5g}(y)P_{5g}(y) + F_{5ws}(y)P_{5ws}(y), \quad (7)$$

где g – символ взаимодействия волокон с основанием круглого гребня.

Ускоряющая сила

$$F_{5u}(y) = F_{5wd}(y)P_{5wd}(y). \quad (8)$$

Значения величин сил, входящих в формулы (5...8), могут определяться по формуле, аналогичной приведенной в [4]. Например, определение силы $F_{2v}(y)$ на любой части δ угла α – охвата валика мычкой можно осуществить по формуле

$$F_{2v} = F_{\delta o} \ell^{\mu_{vd}\delta} \left[\frac{B}{2S^2} - \delta_m V_v^2 \right] (\ell^{\mu_{vd}\delta} - 1), \quad (9)$$

где $F_{\delta o}$ – сила динамического трения в точке, соответствующей началу ведомого участка дуги, стягивающей угол δ ; μ_{vd} – динамический коэффициент трения волокна о валик; B – изгибная жесткость волокна; $S=R+d/2$, где R – радиус валика, d – диаметр волокна; δ_m – масса единицы длины волокна; V_v – скорость выпускной пары вытяжного прибора.

Выражение (9) может быть использовано:

– для определения силы натяжения волокна на любом участке зоны 2; этот принцип применим и для зоны 5;

– для определения тормозящих сил ($j=2$) или ускоряющих ($j=5$) в результате отгибания рабочих органов соответственно быстро движущимися и медленно движущимися

волокнами, которые находятся внутри мычки, для чего формула (9) подлежит преобразованию с заменой в необходимых случаях индексов v на g , d на s , V_v на V_g (скорость круглого гребня).

Ш с п о с о б

В j -й зоне ($j=4, 5, 6$) волокно может контактировать с волокнами (w), которые движутся со скоростью выпускной пары, вызывая динамическое трение (d) и ускоряющие силы (u) – с вероятностью $P_{jwd}(y)$ или со скоростью круглого гребня, вызывая статическое трение (s) и соответственно тормозящие силы с вероятностью $P_{jws}(y)$. Кроме того, волокно может контактировать с иглами с вероятностью $P_{ji}(y)$, а в зоне 5 и с основанием гребня с вероятностью $P_{5\eta}(y)$.

С учетом принятых ранее обозначений ускоряющая сила

$$F_{ju}^{III}(y) = F_{jwd}(y)P_{jwd}(y), \quad (10)$$

а тормозящая

$$F_{jt}^{III}(y) = F_{jws}(y)P_{jws}(y) + F_{jis}(y)P_{ji}(y), \quad (11)$$

где индекс i характеризует взаимодействие волокна с иглой.

При взаимодействии волокна с иглой необходимо учесть силы, которые прижимают волокно к поверхности иглы; эти силы обусловлены сжатием мычки в межигольном пространстве круглого гребня.

Значения сил $F_{jwd}(y)$, $F_{jws}(y)$ и $F_{jis}(y)$ определяются по общей (по структуре) формуле [2], но с соответствующими изменениями входящих в формулу величин.

Кроме того, для каждой иглы и последующего межигольного пространства последовательно применяются однотипные формулы с учетом способов формирования силовых полей в соответствующих зонах.

Для определения, например, тормозящей силы $F_{jws}(y)$ на дуге охвата ϕ иглы применима формула

$$F_{jws} = F_{jws0} e^{\mu_{ws} \varphi \sin \beta} + \left\{ \left[\frac{B \sin^4 \beta}{2s_i^2} - \delta_m V_t^2 \right] (\ell^{\mu_{ws} \Delta \sin \beta} - 1) + \mu_{ws} \delta_N \right\} \ell^{\mu_{ws} \varphi \sin \beta} \sum_{K=1}^{K=q} \frac{1}{\ell^{\mu_{ws} \Delta \sin \beta}}, \quad (12)$$

где F_{jws0} – сила статического трения в точке, соответствующей началу ведомого участка дуги, стягивающей угол Δ , на который разбивается угол охвата иглы волокном φ (число углов Δ равно q); μ_{ws} – статический коэффициент трения волокна о волокна мычки в межигольном пространстве; β – угол наклона плоскости расположения мычки к оси иглы [4]. Остальные обозначения в формуле (12) аналогичны обозначениям в формуле (9) – с учетом изменения индексов v на w , d на s , V_v на V_i ; при этом $s_i = r + \frac{d}{2}$ (r – радиус иглы).

Область применения формулы (12) характеризуется теми же условиями, которые были указаны выше для формулы (9).

Наиболее сложной для определения сил, действующих на волокна, является зона 5, где необходимо в зоне действия игл применять как зависимости, характеризующие II и III способы формирования силовых полей, учитывая вероятностный характер взаимодействия волокна с волокнами (быстро или медленно движущимися), так и с иглами, и с основанием круглого гребня.

Для волокна длиной L ускоряющая (сдерживающая) сила будет определяться суммой соответствующих сил в зонах, в пределах которых это волокно в данный момент расположено.

ВЫВОДЫ

Полученные аналитические зависимости могут быть использованы для целенаправленного изменения конкретных характеристик свойств волокон, технологических и конструктивных параметров вытяжного прибора с целью управления силами, действующими на волокна, закономерностью их движения и снижения неровноты от вытягивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев В.Е., Музылев Л.Т., Эммануэль М.В., Слываков В.Е. Прядение шерсти и химических волокон. – М.: Легкая индустрия. – 1974. С.551.
2. Капитанов А.Ф. Теоретическое обоснование и разработка способа модификации фрикционных свойств волокон в процессах прядения: Дис....докт. техн.наук. – М.:МГТА. – 1996.
3. Мортон В.Е., Херл Д.В.С. Механические свойства текстильных волокон. – М.: Легкая индустрия. – 1971. С.182.
4. Мигушов И.И. Механика текстильных нитей и волокон. – М.: Легкая индустрия. – 1970. С.160.

Рекомендована кафедрой технологии шерсти.
Поступила 29.03.02.