

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ НЕКОНТРОЛИРУЕМОЙ ВЫТЯЖКИ ПРИ СМАТЫВАНИИ РОВНИЦЫ НА ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЕ*

Е. С. КИРИЛЛОВА

(Костромской государственной технологической университет)

Согласно новой технологии получения бескруточной льняной ровницы мокрым способом мычку, выходящую из вытяжного прибора, подвергают увлажнению с одновременным ее уплотнением ложной круткой [1]. В результате получают некрученный продукт, который в дальнейшем подвергается химической обработке и переработке на прядильных машинах. Прочность полученной таким способом ровницы несколько меньше прочности ровницы, получаемой на роголочных ровничных машинах. Следствием этого может явиться увеличение вероятности обрыва ровницы в питающей рамке прядильной машины или возникновение неконтролируемой вытяжки. Оценим величину возникающей при сматывании ровницы неконтролируемой вытяжки и вероятность обрыва ровницы.

Исходными данными для моделирования процесса возникновения неконтролируемой вытяжки являются полученные экспериментально зависимости натяжения ровницы от времени и распределения разрывной нагрузки ровницы по ее длине [2], [3]. При этом длина, на которой производятся замеры разрывной нагрузки, должна соответствовать расстоянию от точки схода ровницы с катушки до ее входа в вытяжной прибор. Зная скорость сматывания ровницы на прядильной машине, можно получить зависимость прочности ровницы от времени.

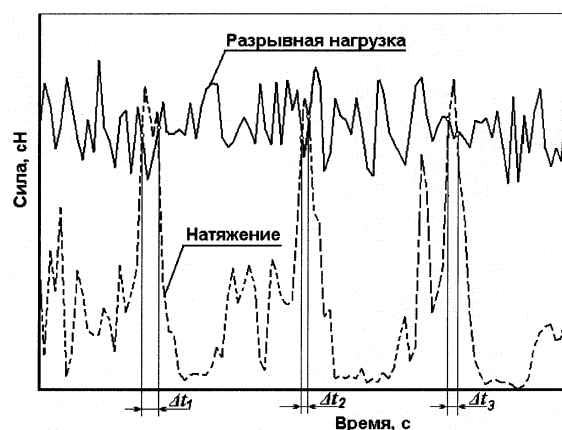


Рис. 1

Образцы таких зависимостей приведены на рис. 1, из которого видно, что в течение некоторых небольших промежутков времени натяжение ровницы превышает разрывную нагрузку. Поскольку прочность ровницы определяется силами трения между волокнами, то в течение этих промежутков времени происходит сдвиг волокон.

В первом приближении согласно схеме Н.А.Васильева [4] представим продукт состоящим из ряда групп волокон таким образом, что внутри одной группы длины волокон и их сдвиги друг относительно друга можно принять постоянными. Кроме того, принимается, что движение волокон каждой группы не влияет на движение волокон других группы.

На рис. 2 изображена расчетная схема для определения числа волокон в сечении при возникновении неконтролируемой вытяжки.

*Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук П.Н. Рудовского.

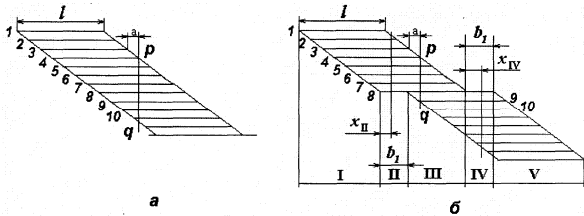


Рис. 2

Рассмотрим процесс сдвига волокон на примере одной группы волокон. Ровница согласно принятым допущениям изображена на рис. 2-а. Длина волокон в группе равна ℓ и все они сдвинуты друг относительно друга на величину a . Число волокон в произвольном сечении pq продукта можно рассчитать по формуле:

$$n = E\left(\frac{\ell}{a}\right), \quad (1)$$

где $E(x)$ – функция выделения целой части числа x .

В момент, когда натяжение становится больше разрывной нагрузки в наиболее слабом сечении на участке между точкой схода ровницы с катушки и ее входом в питающую пару вытяжного прибора, начинается сдвиг волокон. Он продолжается в течение всего отрезка времени Δt_1 . В результате часть волокон продукта по одну сторону от наиболее слабого участка сдвинется на расстояние

$$b_1 = V_{ск} \Delta t_1, \quad (2)$$

где $V_{ск}$ – скорость относительного скольжения волокон при сдвиге; Δt_1 – продолжительность первого времени, в течение которого натяжение ровницы больше ее прочности.

Скорость относительного скольжения в общем случае является переменной величиной. Она равна разности:

$$V_{ск} = V_{пит} - V_{кат}, \quad (3)$$

где $V_{пит}$ – скорость питающей пары вытяжного прибора; $V_{кат}$ – линейная скорость поверхности катушки.

В случае, когда натяжение не превосходит разрывной нагрузки ровницы, эти

скорости равны и сдвиг волокон не происходит. Если же натяжение становится больше прочности ровницы, то ровница не может обеспечить вращение катушки с требуемой скоростью. В этом случае катушка останавливается. Остановка происходит не мгновенно, а время переходного процесса и закон движения во время этого процесса неизвестны и нуждаются в дополнительном исследовании. В силу этого в первом приближении примем, что

$$V_{кат} = kV_{пит}, \quad (4)$$

где k – коэффициент, учитывающий снижение средней скорости поверхности катушки.

В этом случае

$$V_{ск} = V_{пит}(1 - k). \quad (5)$$

Таким образом, сдвиг волокон при возникновении первого случая превышения натяжения ровницы над разрывной нагрузкой составит:

$$b_1 = V_{пит} \Delta t_1 (1 - k). \quad (6)$$

Размещение волокон в продукте после завершения процесса сдвига волокон согласно принятым допущениям показано на рис.2-б. Определим число волокон в сечениях. Для этого продукт на схеме разобьем на пять участков. На участках I и V сдвиг волокон не происходит и число волокон в сечении продукта можно определить по формуле (1).

Участки II и IV имеют одинаковую длину, равную b_1 . На участке II число волокон в продукте убывает по закону

$$n_{II} = E\left(\frac{\ell - x_{II}}{a}\right), \quad (7)$$

где x_{II} – текущая координата, отсчитываемая от начала участка II.

К концу участка число волокон становится равным:

$$n_{II} = E\left(\frac{\ell - b_1}{a}\right). \quad (8)$$

На участке III, который имеет длину $\ell_{III} = \ell - B$, число волокон в продукте не зависит от координаты и равно числу, определенному по формуле (8).

На участке IV число волокон возрастает по закону

$$n_{IV} = E\left(\frac{\ell - b_1 + x_{IV}}{a}\right), \quad (9)$$

где x_{IV} – текущая координата, отсчитываемая от начала участка IV.

К концу участка число волокон становится равным числу волокон на участке V.

Полученная зависимость изменения числа волокон по длине продукта в месте образования сдвига волокон иллюстрируется графиком на рис. 3.

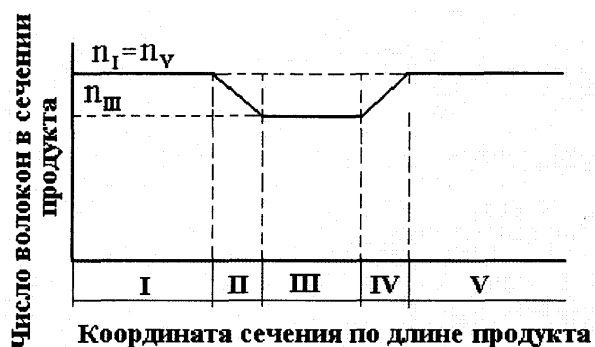


Рис. 3

Прочность продукта в каком-либо сечении зависит от числа волокон в нем. Если прочность участка III окажется ниже разрывной нагрузки в следующий момент времени, то сдвиги волокон продолжатся и наступит обрыв ровницы. В противном случае будет продолжаться сматывание ровницы с катушки.

За время t – прохождения ровницы от места схода ее с катушки до входа в вытяжной прибор – возможно возникновение нескольких случаев превышения натяжения по отношению к разрывной нагрузке. Поскольку первый сдвиг волокон произошел в слабом месте и при этом снизил прочность ровницы, то последующие

сдвиги будут происходить в том же месте. Тогда полный сдвиг волокон за время t будет:

$$B = \frac{V_{пит}}{2} \sum_1^i \Delta t_i, \quad (10)$$

где i – число случаев превышения натяжением разрывной нагрузки ровницы.

Интервал времени Δt_i в каждом следующем случае должен определяться с учетом снижения прочности ровницы, вызванным уменьшением числа волокон в ее сечении.

Полученные зависимости использовались для создания имитационно-статистической модели прогнозирования неконтролируемой вытяжки и обрывности ровницы в зоне питания на прядильной машине. Модель позволяет определять ряд конструктивных и технологических параметров из условия исключения неконтролируемой вытяжки в продукте.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что превышение натяжения ровницы по отношению к ее разрывной нагрузке может приводить не только к ее обрыву, но и к возникновению неконтролируемой вытяжки.

2. Получены зависимости, позволяющие оценить снижение числа волокон в сечении ровницы при возникновении неконтролируемой вытяжки.

3. Полученные зависимости могут использоваться в качестве основы для построения имитационно-статистической модели образования неконтролируемой вытяжки ровницы в зоне питания прядильной машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соркин А.П., Рудовский П.Н., Красильщик Э.Г., Гаврилова А.Б., Филиппюк А.Н., Гоголинский А.Г. Способ формирования ровницы и устройство для его осуществления. Патент РФ №2208070. – Оpubл. 10.07.2003, №19.
2. Соркин А.П., Кириллова Е.С. Анализ натяжения ровницы при сматывании с катушки // Вестник КГТУ. – Кострома, 2005, №11.

3. Кириллова Е.С., Рудовский П.Н., Соркин А.П. Влияние срока хранения увлажненной бескруточной ровницы на ее качество // Вестник КГТУ. – Кострома, 2006, №13.

4. Будников В.И., Будников И.В., Зотиков В.Е. и др. Основы прядения. – М.: Гизлегпром, 1945.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 25.12.06.
