

## ОБ УМЕНЬШЕНИИ НЕРОВНОТЫ НА РОВНИЧНЫХ МАШИНАХ С ПОДВЕСНЫМИ РОГУЛЬКАМИ\*

В.Г. ЛАПШИН, Е.Н. НИКИФОРОВА, И.Г. ЧИСТОБОРДОВ, А.А. КИСТЕНЬ

(Ивановская государственная текстильная академия, ОАО "Глуховский текстиль")

По статистическим данным наибольшее количество обрывов на ровничной машине происходит на участке между передним цилиндром и рогулькой. Причина – в неравномерном распределении действительной крутки ровницы: из-за встречающихся на пути препятствий (перегибов в отдельных местах рогульки, трения о рогульку) витки крутки переходят на участок между головкой рогульки и передним цилиндром в количестве, значительно меньшем расчетного [1].

На отечественных ровничных машинах прядильного производства для увеличения крутки свободного участка ровницы между вытяжным прибором и рогулькой в осевом отверстии головки рогульки устанавливаются различные распространители крутки [2]. Однако вследствие разного расстояния от вытяжного прибора до рогулек первого и второго рядов углы перегиба ровницы о край насадки по рядам различны, что приводит к неодинаковым величинам ложной крутки и натяжения ровницы по рядам.

На ровничных машинах с подвесными рогульками в качестве распространителей крутки, которые огибает поступающая в головку рогульки ровница, используются различные воронкообразные насадки. Достоинство данной конструкции состоит в том, что за один оборот рогульки угол огибания ровницей поверхности воронки остается постоянным. Это значительно уменьшает размах колебаний натяжения ровницы. Однако проблема повышенной

неровноты ровницы сохраняется.

С целью нахождения дальнейших путей снижения неровноты и обрывности на ровничных машинах с подвесными рогульками исследовалась крутка ровницы на всех участках ее движения от точки выпуска передним цилиндром до катушки с учетом конструкции рогульки машины ВР-90-3 фирмы Гроссенхайнер Текстиль-машиненбау (Германия) в условиях ОАО "Глуховский текстиль" (г. Ногинск Московской обл.).

Крутку ровницы на участке передний цилиндр – рогулька определяли путем подсчета числа кручений на остановленной машине. Для опыта использовали ровницу  $T=278$  текс из хлопка с длиной волокна 31/32 мм и коэффициентом крутки 29,3. Принятый на производстве способ заправки ровницы на лапке рогульки – 2 оборота.

На этой машине распространитель крутки представляет собой выполненную из пластмассы насадку с воронкообразным входным отверстием и цилиндрическим выходным отверстием.

В результате эксперимента установлено, что на участке передний цилиндр – рогулька ровница (при заправочной крутке 55,4 кр/м) на катушках первого ряда имеет среднюю крутку 44 кр/м, второго ряда – 53 кр/м. При этом длина ровницы на катушках переднего ряда больше длины ровницы на катушках заднего ряда на 1,35 %. Следовательно, такое же отклонение составляет разница в линейной плотности ровницы

\* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Г.И. Чистобородова.

с переднего и заднего рядов катушек.

Причина различия в линейной плотности ровницы переднего и заднего рядов объясняется следующим образом [3]. Поскольку ровница переднего ряда катушек на участке передний цилиндр – головка рогульки имеет меньшую крутку, то она меньше уплотнена, больше распушается и растягивается, особенно в тонких местах.

Ровница заднего ряда за счет большей крутки на участке передний цилиндр – рогулька уплотняется больше и ее диаметр меньше, чем на катушках переднего ряда. Поэтому диаметр наматывания в переднем ряду растет быстрее, чем в заднем, и окружная скорость наматывания ровницы на переднем ряду оказывается больше. А с увеличением скорости повышается скрытая (неконтролируемая) вытяжка ровницы на катушках переднего ряда веретен.

Для уменьшения разницы в линейных плотностях ровницы с катушек первого и второго рядов веретен необходимо выровнять крутку ровницы обоих веретен на участке передний цилиндр – головка рогульки.

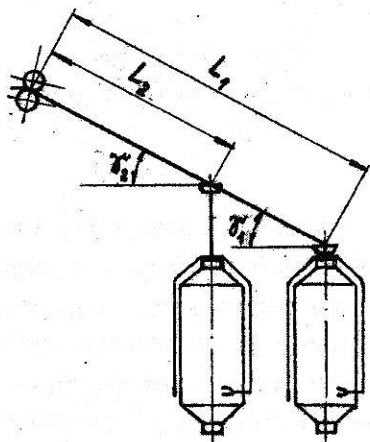


Рис. 1

Рассматривая условия движения продукта в зоне передний цилиндр – головка рогульки (рис.1), заключаем, что углы наклона ровницы к горизонтальной поверхности для переднего и заднего ряда веретен равны ( $\gamma_1 = \gamma_2 = 27^\circ$ ). Следовательно, углы огибания поверхности воронки ровницей являются одинаковыми для обоих рядов веретен.

Известно, что полученная на этом уча-

стке крутка ровницы включает не только действительную, но и ложную крутку, которая создается за счет сил трения между насадкой и ровницей. Дополнительная крутка распространяется от рогулек первого ряда на расстоянии  $L_1$ , а от рогулек второго ряда –  $L_2$  (рис.1).

Выявленная разница между величинами крутки ровницы первого и второго ряда объясняется неодинаковым количеством ложных кручений  $K_L$ , приходящихся на длину участка передний цилиндр – рогулька:

$$n_1 = \frac{K_L}{L_1}; \quad n_2 = \frac{K_L}{L_2}, \quad (1)$$

где  $n_1, n_2$  – число ложных кручений на единице длины участка соответственно для первого и второго ряда веретен.

Число ложных кручений можно определить по формуле П.И. Аристов:

$$K_L = \frac{2\pi R}{2\pi r} \eta = \frac{R}{r} \eta, \quad (2)$$

где  $R$  – радиус отверстия насадки;  $r$  – радиус ровницы на участке между передним цилиндром и рогулькой;  $\eta$  – коэффициент проскальзывания ровницы.

Как видно из (2), повышение крутки ровницы может быть обеспечено увеличением величин  $R$  или  $\eta$ . Коэффициент  $\eta$  зависит от многих факторов: силы трения ровницы о материал насадки, угла огибания насадки ровницей, натяжения ровницы, влажности и прочих.

Таким образом, для обеспечения равной крутки ровницы на катушках первого и второго рядов веретен необходимо в переднем ряду увеличить коэффициент проскальзывания ровницы при трении о распространитель крутки.

Это можно осуществить за счет увеличения силы трения ровницы о поверхность насадки:

$$F = P f, \quad (3)$$

где  $F$  – сила трения ровницы в данном се-

чении (удельная, то есть отнесенная к единице длины ровницы);  $f$  – коэффициент трения;  $P$  – сила нормального давления ровницы на единицу длины контакта с поверхностью:

$$P = \frac{T}{\varrho} = \frac{dN}{dl}; \quad (4)$$

$T$  – натяжение продукта в данном сечении;  $\varrho$  – радиус кривизны поверхности;  $dN$  – сила нормального давления на элемент ровницы;  $dl$  – длина элемента ровницы.

Согласно (3) и (4) для увеличения силы трения следует повышать фрикционные свойства направителя и натяжение ровницы на участке скольжения, а радиус кривизны поверхности изменять в сторону уменьшения.

Осевое сечение входного участка воронкообразного направителя, используемого на машине BF-90-3, представляет собой часть дуги окружности и соответственно натяжение  $T$  ровницы на выходе из воронки рассчитывается по формуле Эйлера ( $T = T_0 e^{f\psi}$ , где  $T_0$  – начальное натяжение ровницы;  $\psi$  – угол охвата).

Исходя из того, что форма распространителя крутки оказывает определенное влияние на натяжение ровницы, от которого напрямую зависит сила трения ровницы на участке насадки, нами предлагается использовать направитель с образующей входного отверстия в форме спирали Архимеда.

Спираль Архимеда – кривая (рис.2), у которой расстояния точек кривой от полюса  $O$  пропорциональны углам  $\varphi$  между радиусами-векторами и полярной осью  $Or$ , то есть.

$$r = a \varphi, \quad (5)$$

$$s = \frac{a}{2} \left[ \varphi \sqrt{1 + \varphi^2} + \operatorname{arsh} \varphi \right] \Big|_{\varphi_1}^{\varphi_2} = \frac{a}{2} \left[ \varphi \sqrt{1 + \varphi^2} + \ln \left( \varphi + \sqrt{1 + \varphi^2} \right) \right] \Big|_{\varphi_1}^{\varphi_2}. \quad (7)$$

где  $a = \frac{v}{\omega} = \frac{OA}{2\pi} = \text{const}$  – параметр спирали (радиус-вектор той точки, для которой  $\varphi = 1$  рад).

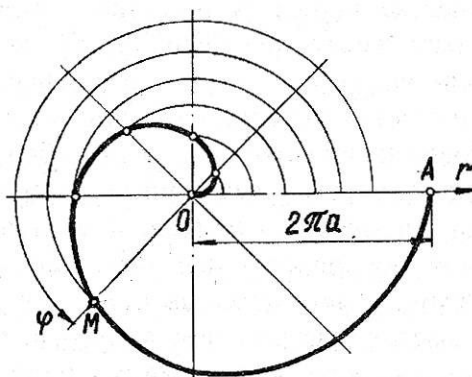


Рис. 2

Вследствие того, что ровница легко деформируется, она приобретает форму кривой, совпадающей с профилем того участка поверхности, которого она касается.

Натяжение ровницы, возникающее при ее скольжении по поверхности воронки, можно рассчитать по формуле [4]:

$$T = T_0 \exp \left( f \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} k(\varphi) s'(\varphi) d\varphi \right), \quad (6)$$

где  $T_0$  – натяжение ровницы на выходе из вытяжного прибора;  $k(\varphi)$  – кривизна продукта, выраженная через угол охвата;  $s(\varphi)$  – длина ровницы на участке скольжения;  $\varphi_1, \varphi_2$  – углы между радиусами-векторами и полярной осью для начальной и конечной точек дуги спирали.

Длина дуги спирали Архимеда между точками  $M_1 (r_1; \varphi_1)$  и  $M_2 (r_2; \varphi_2)$ :

Если  $\varphi_1 = 0$ , то, приняв  $\varphi_2 = \varphi$ , получим

$$s(\varphi) = \frac{a}{2} \left[ \varphi \sqrt{1 + \varphi^2} + \ln \left( \varphi + \sqrt{1 + \varphi^2} \right) \right]. \quad (8)$$

Кривизна  $k(\varphi)$  спирали Архимеда

Определим интеграл в (6):

$$\begin{aligned} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} k(\varphi) s'(\varphi) d\varphi &= \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{(\varphi^2 + 2) a (1 + \varphi^2)^{1/2}}{a (1 + \varphi^2)^{3/2}} d\varphi = \\ &= \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{(\varphi^2 + 2) d\varphi}{(1 + \varphi^2)} = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{(\varphi^2 + 1 + 1) d\varphi}{(1 + \varphi^2)} = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \left( 1 + \frac{1}{(1 + \varphi^2)} \right) d\varphi = \\ &= (\varphi + \arctg \varphi) \Big|_{\varphi_1}^{\varphi_2} = \varphi_2 + \arctg \varphi_2 - \varphi_1 - \arctg \varphi_1. \end{aligned}$$

Таким образом, натяжение  $T$  нити, огибающей направитель с меридиональным

сечением в форме спирали Архимеда:

$$T = T_0 \exp \{ f (\varphi_2 + \arctg \varphi_2 - \varphi_1 - \arctg \varphi_1) \}. \quad (10)$$

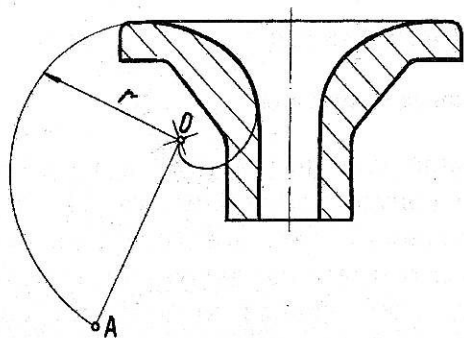


Рис. 3

При использовании предложенных насадок (рис.3) возрастает удельное давление  $P$  ровницы на участок скольжения, что достигается созданием большего натяжения  $T$  ровницы и обеспечением закономерного уменьшения радиуса  $\varrho$  кривизны поверхности по ходу движения продукта. С помощью принятых мер сила трения  $F$  ровницы в точке крутки повысилась в 1,6 раза.

Для дополнительного увеличения силы трения между насадкой и ровницей была повышена окружная шероховатость направителя путем равномерного выполнения на его поверхности меридиональных рифлей.

После установки насадок с образующей в форме спирали Архимеда на рогульки переднего ряда крутка ровницы  $T=248$  текс на участке передний цилиндр – головка рогульки составляет 54 кр/м (при заправочной крутке 55,4 кр/м). Разница длин ровницы на катушке переднего и заднего рядов веретен была 0,3%, то есть она сократилась в 4,5 раза.

Намотка ровницы на катушку стала более плотной и соответствует техническим нормам. За счет увеличения прочности ровницы переднего ряда ее обрывность снизилась на 50...60%, а неровнота ровницы по коротким отрезкам – на 17%.

## ВЫВОДЫ

1. С целью увеличения ложной крутки ровницы на участке передний цилиндр – головка рогульки предложена конструкция распространителя крутки, обеспечивающая уменьшение проскальзывания продукта за счет увеличения сил трения между ровницей и окружной поверхностью насадки.

2. Получена формула для расчета натяжения ровницы на участке ее скольжения по поверхности насадки с образующей

входного отверстия в форме спирали Архимеда.

3. Практическими испытаниями доказана целесообразность применения новой конструкции распространителя крутки на рогульках переднего ряда для ровничной машины BF-90-3 фирмы Гроссенхайнер Текстильмашиненбау.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Финкельштейн И.И.* Процесс сложения и формирования продукта на ровничных машинах. – М.: Легкая индустрия, 1972.

2. Прядение хлопка и химических волокон / И.Г. Борзунов и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1986.

3. *Лазевник С.Ш.* // Текстильная промышленность. – 1954, № 12. С.25...27.

4. Исследование натяжения ровницы, огибающей направляющую поверхность распространителя крутки / Вавилов Е.Г. и др. – Иваново, ИГТА, 2002. – Деп. в ООО "Легпроминформ" 07.06.02, № 4057-ЛП.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 23.12.02.