

УДК 677.057.444

ИЗМЕРЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ТКАНИ В ОТДЕЛОЧНОМ ОБОРУДОВАНИИ

MEASUREMENT OF FABRIC TENSION IN FINISHING EQUIPMENT

М.В. ПАРАХИНА, В.С. САМСОНОВ
M.V. PARAHINA, V.S. SAMSONOV

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University 'A.N. Kosygin')
E-mail: office@msta.ac.ru

Рассмотрены принцип, методика и ошибки измерения продольного натяжения ткани в отделочном оборудовании.

The principles, technique and error of measurement of fabric tensile tension in finishing equipment have been considered.

Ключевые слова: натяжение ткани, отделочное оборудование, направляющий ролик, измеритель натяжения, методика и ошибка измерения.

Keywords: fabric tension, finishing equipment, a guide roller, tension tester, technique and error of measurement.

Натяжение ткани является важным технологическим фактором, определяющим эффективность работы текстильного отделочного оборудования, качество продукции, имеет существенное значение и для некоторых технологических процессов [1].

В настоящее время машины роликового типа оснащаются регулируемыми приводами тканетранспортирующих органов, позволяющими управлять натяжением ткани. Однако правильный выбор оптимального натяжения и транспортирование ткани с заданным натяжением, контроль натяжения – трудные и актуальные проблемы отделочного производства. Для их успешного решения необходимо, прежде

всего, иметь достаточно точные, надежные и удобные в эксплуатации средства контроля натяжения ткани. В настоящее время измерительные средства, отвечающие этим требованиям, практически отсутствуют.

Известные измерители натяжения условно можно разделить на две группы: переносные и стационарные. Переносными устройствами чаще всего измеряют удельное натяжение, то есть натяжение на выделенном участке ткани шириной 50 или 100 мм с последующим пересчетом на фактическую ширину полотна. Особенность их заключается в возможности измерять натяжение одним устройством в различных зонах обработки ткани. Погрешность из-

мерения такими устройствами зависит от величины полного натяжения, распределения его по ширине полотна, плотности и жесткости ткани на изгиб, места расположения и точности установки измерителя в плоскости полотна. Ошибка измерения может составлять от 20 до 40% [2].

Стационарные измерительные устройства, в отличие от известных переносных приборов, позволяют определять полное натяжение без пересчета на ширину полотна. Такие устройства, как правило, не влияют на условия движения ткани и не искажают величину фактического натяжения. В основу их конструкции положен принцип измерения натяжения по нагрузке на подшипниковые опоры направляющего органа. Из-за больших габаритов, привязки к месту стационарного расположения известные измерители не могут оперативно применяться для измерения в различных зонах оборудования.

Целью настоящей работы является создание универсального стационарно-переносного устройства, позволяющего оперативно измерять полное натяжение полотнообразного материала в рабочем режиме оборудования с ошибкой не более 5...10%. Принципиальная схема измерения натяжения ткани представлена на рис. 1.

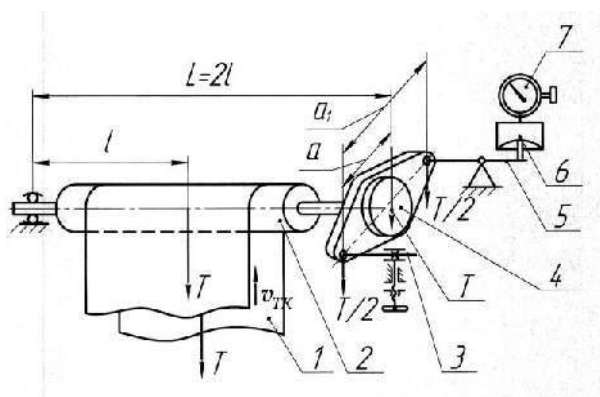


Рис. 1

Особенностью применения такого измерителя является использование имеющегося корпуса подшипника фланцевого типа 4 направляющего ролика 2. Перед измерением этот корпус подшипника фиксируется в штатном положении регулируемой призмой, после чего осуществляет-

ся демонтаж его крепежных болтов. Затем на раму машины (швеллерного профиля) устанавливается корпус измерителя (на рис.1 не показан), несущий регулируемую по высоте опору в виде призматического пальца 3 и шарнирно закрепленный двухплечий рычаг 5. Призматический палец и рычаг 5 со сферической опорой при монтаже измерителя вводятся в крепежные отверстия корпуса подшипника.

После демонтажа фиксирующей призмы нагрузка от веса подвижных частей ролика и натяжения ткани 1 передается на рычаг 5, правое плечо которого находится в контакте с гидравлическим датчиком натяжения 6. При отсутствии воздействия натяжения ткани на ролик подвижная шкала манометра 7 выводится на ноль и фиксируется винтом. Величина натяжения определяется по показаниям манометра, шкала которого тарирована в единицах силы. Для снятия нагрузки с гидравлического датчика мембранного типа, а также с целью предупреждения перегрузки и повреждения его используется регулируемый ограничитель. Оценим точность измерения продольного натяжения ткани, аналитически определив возможную ошибку измерения.

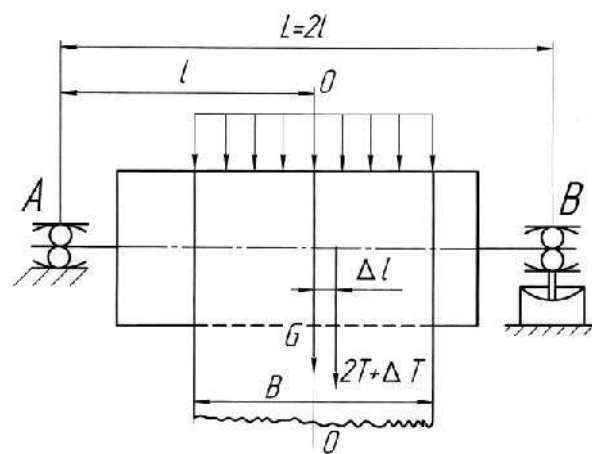


Рис. 2

Основной причиной появления ошибки может быть смещение полотна вдоль продольной оси направляющего ролика в момент измерения (рис. 2 – расчетная схема для определения ошибки измерения от смещения ткани), неравномерное распределение натяжения по ширине полотна и

изменение положения подвижной опоры В относительно опоры А, то есть перекося ролика, а также динамическая неуравновешенность ролика. Суммарную ошибку определим на основе принципа независимости действия указанных выше факторов на точность измерения.

Рассмотрим влияние смещения полотна (рис. 2) вдоль продольной оси направляющего ролика, считая, что центр тяжести его и равномерно распределенной нагрузки от натяжения ткани находятся на оси симметрии О – О, ветви ткани вертикальны.

Исходя из условий равновесия подвижной системы относительно опоры А, сравнивая нагрузку на гидродатчик N' при смещении ткани на величину Δℓ и при отсутствии смещения N, находим абсолютную Δa₁ и относительную Δo₁ ошибки:

$$\Delta a_1 = K \pm \frac{(2T + \Delta T)\Delta \ell}{L},$$

$$\Delta o_1 = \frac{(N' - N)}{N} \cdot 100 = \theta \frac{\Delta \ell}{\ell} \cdot 100,$$

где K = a/a₁ = 0,5; L – расстояние между опорами ролика; ΔT – приращение натяжения на перекальном ролик; ℓ – расстояние от опоры А до продольной оси симметрии О–О; G – сила тяжести ролика; θ = (2T + ΔT)/(2T + ΔT + G).

Относительная ошибка измерения, вызванная максимально допустимым смещением полотна вдоль оси ролика, равным 50 мм, составит 3,75 % при номинальной ширине ролика В_н = 120 см, натяжении T = 120 Н и L = 1,6 м. При смещении полотна на 20 мм она равна 1,15%. С увеличением В_н и уменьшением натяжения ткани эта ошибка существенно меньше.

Смещение одной из опор ролика, например, опоры В относительно опоры А на величину h, вызывает перекося ролика, что приведет к перераспределению натяжения ткани по ширине полотна В из-за разности длин кромочных частей. Разность длин пра-

вой и левой кромок будет составлять:

$$\Delta h = h_{\text{п}} - h_{\text{л}} = hB/L.$$

Сделав допущение, что натяжение ткани в области малых деформаций пропорционально относительному удлинению ε₀, получим T = BE_Tε₀, где E_T – приведенный к ширине модуль упругости ткани.

Тогда разность натяжения кромок при номинальном расстоянии A_p между параллельными осями верхнего и нижнего роликов составит:

$$\Delta T_{\text{к}} = (BE_T \Delta h) / A_p.$$

При допустимом по техническим условиям перекося Δh = 10⁻³ м (для B = 1 м, E_T = 3 · 10³ Н/м, A_p = 0,85 м) ΔT_к = 3,53 Н.

Предположив, что эпюра распределенной нагрузки от натяжения ткани имеет вид трапеции, то центр тяжести ее сместится относительно оси симметрии. Его положение определяется координатой S – расстоянием от кромки ткани:

$$S = \frac{0,5B(T - 2/3\Delta T_{\text{к}})}{T - 0,5\Delta T_{\text{к}}}.$$

Подставив в последнюю формулу T = 40 Н, B = 1 м, находим S = 0,492 м, то есть смещение точки приложения сосредоточенной нагрузки от неравномерно распределенного по ширине натяжения составит 8 мм, а относительная ошибка измерения будет менее 0,4 % от измеряемого натяжения. С увеличением натяжения и ширины полотна, расстояния между опорами ролика эта ошибка будет меньше, а при увеличении E_T – больше.

По причине статической неуравновешенности ролика при его вращении возникает центробежная сила инерции. Допустимый дисбаланс для перекальных роликов диаметром 105 мм и В_н = 120–180 см не должен превышать 0,32...0,42 кг·см, что

соответствует 5-му классу точности балансировки по ГОСТ 22061–76. Нагрузка на подшипниковые опоры будет изменяться по пульсирующему циклу. Экстремальные значения абсолютной и относительной ошибки от действия центробежной силы инерции, если пренебречь за малостью ΔT , будут составлять:

$$\Delta a_2 = \pm K m e \omega^2; \Delta o_1 = \pm 50 m e \omega^2 / T,$$

где m, ω – соответственно масса и угловая скорость ролика; e – смещение центра масс ролика относительно оси вращения.

При максимальной угловой скорости $28,6 \text{ с}^{-1}$, соответствующей окружной скорости $1,5 \text{ м/с}$ (для $D= 0,105 \text{ м}$, $m= 16,3 \text{ кг}$, $T= 40 \text{ Н}$), $\Delta o_2 = 3,3 \%$ от указанного натяжения, с увеличением последнего Δo_2 уменьшается, с увеличением массы и угловой скорости вращения ролика она возрастает.

В случае одновременного действия и неблагоприятного сочетания уровней перечисленных факторов влияния (при $V_H = 120 \text{ см}$, $T_H = 40 \text{ Н}$, $\Delta l = 50 \text{ мм}$, $V= 1,5 \text{ м/с}$) мгновенное максимальное значение суммарной относительной ошибки измерения не превышает 6% , при смещении ткани на 20 мм

эта ошибка менее 5% . При $V= 2 \text{ м/с}$ она увеличивается соответственно до 8 и 7% . С увеличением V_H и натяжения ткани относительная ошибка уменьшается.

ВЫВОДЫ

1. Предложенная конструкция стационарно-переносного измерителя натяжения ткани позволяет оперативно и с достаточной для практических целей точностью измерять его в различных зонах отделочного оборудования.

2. Аналитически установлено, что относительная ошибка измерения не превышает $5...8\%$ реальной величины натяжения ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попиков И.В., Самсонов В.С., Ковалева Л.Ф. Влияние натяжения на процесс промывки ткани и ее деформацию // Текстильная промышленность. – 1987, №12. С.21....23.

2. Самсонов В.С. Исследование натяжения ткани в промывной роликовой машине: Дис.... канд. техн. наук. – М.: МТИ им. А.Н. Косыгина, 1972.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования. Поступила 01.07.11.