

УДК 677.051

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСИЛИЙ ПРИ ШИРЕНИИ ТКАНЕЙ**

*Л.Г. ГОРОДИССКИЙ, Г.К. КУЗНЕЦОВ, С.Н. ТИТОВ*

(Костромской государственной технологической университет)

При всех операциях обработки тканей в расправленном состоянии необходимо, чтобы на полотне отсутствовали складки, загнутые кромки и другие подобные дефекты. Наличие таких дефектов приводит к передавливанию тканей в местах утолщений, потере прочности, неравномерности обработки. Не менее важным является требование, чтобы при операциях жидкостной обработки – промывке, пропитке, крашении – поверхностная плотность ткани была постоянной. В противном случае обработка ткани может быть некачественной, промывка, пропитка, прокрашивание – неравномерными.

Для предотвращения таких дефектов в оборудовании для отделочных операций (в промывных машинах, отжимах, плюсовках, каландрах и др.) устанавливаются ширители различных видов [1...4].

Ширители бывают трех видов: винтовые, дуговые, планочные. К сожалению, в литературных источниках даются лишь описания применяемых для указанной цели устройств, работы по анализу механических явлений, происходящих при ширении, и методики их расчета и проектирования отсутствуют.

Однако сегодня, когда проблема качества тканей становится все более актуальной, желательно исследовать работу этих устройств как теоретически, так и с помощью экспериментов. Перечисленные выше три вида ширителей работают на основе различных механических принципов.

Винтовые ширители представляют собой цилиндр, на поверхности которого нанесена нарезка двух противоположных направлений. При относительном движении

ткани по виткам ширителя на элементы ткани действуют силы, стремящиеся расправить полотно.

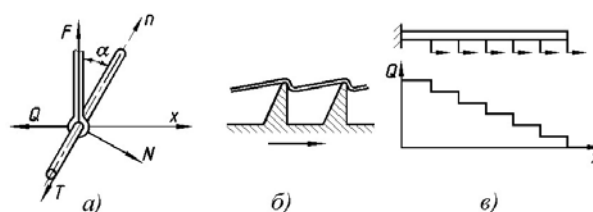


Рис. 1

Для анализа силового взаимодействия ткани с витком ширителя (рис. 1) примем модель – нить с петлей, которая взаимодействует со стержнем, расположенным под углом  $\alpha$  к силе натяжения нити  $F$  (рис. 1-а). Отличие этой модели от реального явления в том, что здесь отсутствует проскальзывание в направлении активной силы. Однако это допущение не приводит к принципиальному отличию картины действия сил на элемент ткани.

Для определения условий ширения составим уравнения равновесия петли в принятой модели при действии натяжения нити. На петлю, кроме силы натяжения, действуют сила трения  $T$ , направленная вдоль стержня (витка), и нормальная реакция стержня  $N$ .

При стержне, расположенном под углом  $\alpha$  к оси, перпендикулярной натянутой ветви нити, уравнения равновесия будут:

$$\begin{aligned} &\text{в проекциях на ось } x: N \cos \alpha = T \sin \alpha, \\ &\text{в проекциях на ось } n: F \cos \alpha = T. \end{aligned}$$

Из этих уравнений можно сделать следующие заключения. Если состояние по трению будет предельным, то есть  $T = fN$  (где  $f$  – коэффициент трения скольжения

вдоль стержня), то можно получить условия перемещения петли по стержню (наличие эффекта ширения):

$$N \cos \alpha > fN \sin \alpha \text{ и } \operatorname{tg} \alpha > \frac{1}{f}.$$

Это соответствует известным законам сухого трения.

Из уравнений также следует, что эффект ширения будет определяться величиной силы  $Q = \frac{1}{2} F \sin 2\alpha$ .

Из этого выражения ясно, что максимальное усилие ширения будет при угле наклона витка  $\alpha$  равном  $45^\circ$ .

Сила  $N$  по своей природе образуется из силы трения ткани поперек витка и составляющей взаимодействия, обусловленной образованием "валика" при относительном перемещении ткани по витку и провесом ткани между двумя смежными витками (рис. 1-б). Все эти силы определяются, в конечном счете, натяжением ткани.

Если представить схему действия сил на ткань в плоскости, проходящей через ось ширителя, получим картину, изображенную на рис. 1-в.

При постоянном шаге витков усилие ширения будет ступенчато уменьшаться от середины ткани к периферии.

Силы взаимодействия витка и ткани зависят от профиля витка (рис. 1-б), от радиуса скругления его активной кромки. Одновременно они зависят и от вида переплетения, от свойств обрабатываемой ткани: от жесткости поверхности ткани на смятие, жесткости на провес.

Необходимо иметь в виду, что острая кромка витка может повреждать обрабатываемую ткань. Для решения этих вопросов требуются материаловедческие исследования.

Дуговой ширитель представляет собой цилиндр с изогнутой осевой линией [1], [2]. Его можно представить как комплекс последовательно установленных роликов, оси которых располагаются под разными углами к направлению движения ткани [5]. Этот угол изменяется от нуля в середине полотна ткани, до какой-то величины у

кромки ткани. Он и определяет форму кривой линии, соответствующей изогнутой оси ширителя.

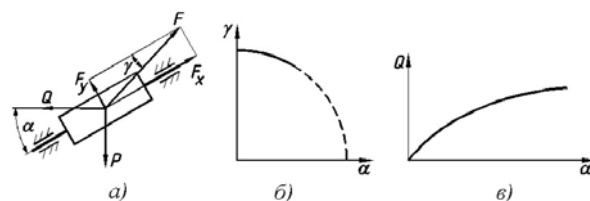


Рис. 2

Анализ сил в дуговом ширителе можно провести на основе схемы сил, действующих на ролик при проводке ткани (рис. 2) [5]. Величина усилия ширения отдельным роликом представляется выражением (рис. 2-а):

$$Q = \frac{P}{\operatorname{tg}(\alpha + \gamma)},$$

где  $Q$  – усилие ширения;  $P$  – сила натяжения полотна движущейся ткани;  $F$  – (на рисунке) суммарная сила реакции ролика;  $\alpha$  – угол наклона оси ролика (элемента цилиндра ширителя);  $\gamma$  – угол, определяющий величину сопротивления вращению ролика.

Для нахождения зависимости усилия ширения от угла наклона ролика (элемента ширителя) необходимо, хотя бы приближенно, определить зависимость  $\gamma = \gamma(\alpha)$ , где известно, что при  $\alpha = 0$  угол  $\gamma$  равен  $\pi/2$  и при  $\alpha = \pi/2$  угол  $\gamma$  равен нулю.

Кроме того, из физического смысла явления величина угла  $\gamma$ , определяющего сопротивление вращению ролика, не должна резко падать с возрастанием угла наклона ролика от нуля.

В связи с этим целесообразно аппроксимировать эту зависимость дугой окружности, описываемой уравнением

$$\gamma = \sqrt{\frac{\pi^2}{4} - \alpha^2}.$$

Тогда на участке активного действия ширителя

$$Q = \frac{P}{\operatorname{tg} \left( \alpha + \sqrt{\frac{\pi^2}{4} - \alpha^2} \right)}.$$

График этой зависимости представлен на рис. 2-в. На основании графика можно предположить, что усилие ширения при любой форме оси будет возрастать от середины ткани к периферии.

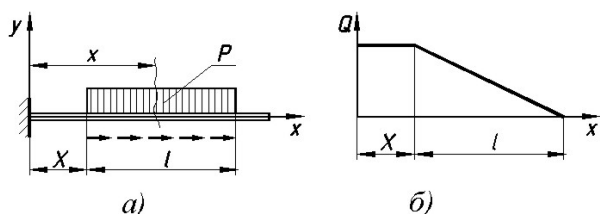


Рис. 3

Планчатые ширители осуществляют воздействие на ткань планками (рис. 3), которые в момент контакта с тканью перемещаются в направлении от середины полотна ткани к периферии. Планки приводятся в движение при помощи пазовых кулачков. Воздействие на ткань производится с помощью сил трения. При равномерном распределении нагрузки  $p$  планки на ткань также равномерно будут распределяться и силы трения (рис. 3-а).

В произвольном сечении элементарная сила трения  $dQ$ , действующая на элемент ткани, будет  $dQ = fpdx$ . Интегрируя в пределах от  $x$  до  $X + l$ , получим силу, действующую в сечении  $x$ :

$$Q = fp(X + l - x).$$

На участке  $0 - X$  (при  $x = X$ ) усилие будет равно

$$Q = fp\ell.$$

При  $x$ , равном  $X + l$ , усилие равно нулю.

Закономерность распределения усилия по ширине ткани показана на рис. 3-б.

На фоне отсутствия теоретических исследований описываемых механизмов и процессов воздействия их на ткань можно сформулировать некоторые задачи, которые желательно решить для рационального выбора параметров ширителей и режимов их работы.

1. Определить рациональное распределение усилий по ширине полотна с целью равномерного ширения ткани.

2. Увязать усилия, действующие на обрабатываемый материал, с его свойствами (жесткость на растяжение и изгиб, фрикционные свойства, устойчивость к воздействиям элементов ширителя) с целью рационального выбора типа ширителя и характера воздействий на ткань.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Коньков А.И. и др.* Оборудование отделочного производства текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1964.
2. *Фомин Ю.Г. и др.* Основы теории, конструкция и расчет валковых машин. – Ч. 1 и 2. – Иваново: Изд-во ИГТА, 1999.
3. *Машиностроение. Энциклопедия. Т. 4...13 "Машины и агрегаты текстильной и легкой промышленности".* – М.: Машиностроение, 1997.
4. *Бельцов В.М.* Технологическое оборудование отделочных фабрик текстильной промышленности. – Л.: Машиностроение, 1974.
5. *Кузнецов Г.К., Саввин О.А., Титов С.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – №2, 2002. С.87...89.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 30.05.06.