

УДК 677.051

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ РАВНОМЕРНОГО ШИРЕНИЯ ТКАНИ
В МАШИНАХ ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Г. К. КУЗНЕЦОВ, С. Н. ТИТОВ, А. Ю. СМИРНОВ

(Костромской государственный технологический университет)

При обработке тканей расправленным полотном на ее поверхности не должно образовываться складок, загнутых кромок. Последние приводят к браку в виде прорезания, раздавливания при дальнейшей обработке в валковых механизмах и к потере прочности.

В целях предупреждения и устранения этих дефектов в отделочных машинах применяют различные ширители ткани – дуговые, винтовые, планочные [1], [2]. Не менее важной функцией этих устройств является достижение равномерной поверхностной плотности тканей, что должно обеспечить равномерную пропитку, промывку, прокраску ткани при ее жидкостной обработке.

Для ширения к поверхности ткани со стороны рабочих элементов ширителя прикладываются силы, направленные вдоль уточных нитей [3]. Распределение этих сил по ширине ткани должно обеспечить равномерную в направлении утка поверхностную плотность ткани. В дальнейшем это должно привести к равномерному распределению агента жидкостной обработки по ширине полотна.

Для того, чтобы решить эту задачу, надо обеспечить такое распределение по ширине полотна ткани, при котором она при ширении получила бы одинаковую деформацию растяжения в направлении уточных нитей.

В свете решения поставленной проблемы примем модель обрабатываемого по-

лотна в виде ленты, закрепленной одним концом и находящейся под действием системы распределенных сил (рис 1). Начало координат расположим на кромке ленты, а силы направим противоположно принятому направлению оси x .

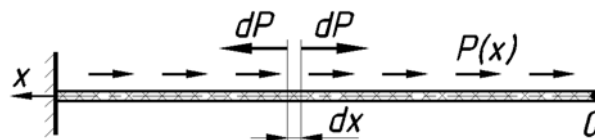


Рис. 1

Обозначим: $P(x)$ – сила, действующая на единицу длины ленты, Н/м ; $c = EF$ – жесткость ленты на растяжение, Н; E – модуль упругости ленты, Н/м²; F – площадь поперечного сечения ленты, м².

На элемент ленты длиной dx (рис. 1) действуют силы: $dP = p(dx)$ – элементарная сила растяжения ленты; $dR = cd\varepsilon$ – сила сопротивления деформированию ленты.

Приравнивая эти силы, получим равенство:

$$cd\varepsilon = P(x)dx \text{ или } d\varepsilon = \frac{1}{c}P(x)dx. \quad (1)$$

Удлинение ленты в ее произвольном сечении будет:

$$\varepsilon = \frac{1}{c} \int P(x)dx. \quad (2)$$

Интегрирование можно проводить по параметру x в пределах от 0 до x или брать неопределенный интеграл.

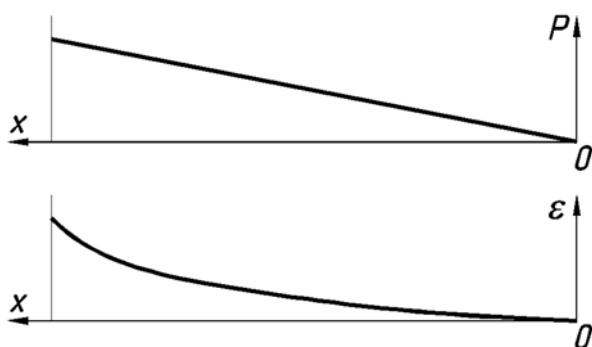


Рис. 2

Рассмотрим некоторые вероятные виды нагружения ленты. При нагрузке, линейно возрастающей от конца ленты до закрепления (рис. 2) – аналог задаче нагружения вертикальной балки действием сил тяжести [4], – примем $P(x) = ax$.

Тогда

$$\varepsilon = \frac{a}{2c} x^2. \quad (3)$$

Удлинение распределяется по кривой второго порядка.

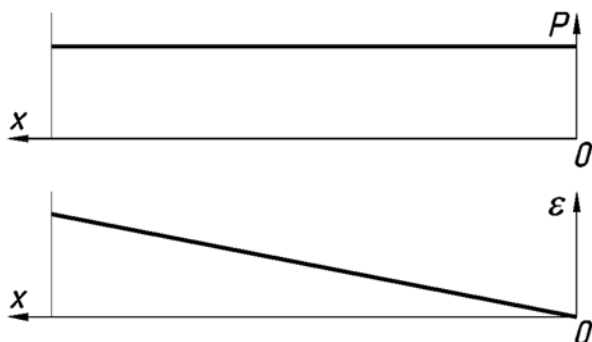


Рис. 3

Если на полосу действует равномерно распределенная нагрузка (рис.3): $P(x) = \text{const}$, то удлинение будет

$$\varepsilon = \frac{a}{c} x. \quad (4)$$

Удлинение падает по линейной зависимости.

Если поставить задачу получения распределения нагрузки для постоянного удлинения полосы, то (по той же методике) получим:

$$\varepsilon = \frac{1}{c} \int P(x) dx = \text{const};$$

$$\frac{d\varepsilon}{dx} = 0 \text{ и } P(x) = 0. \quad (5)$$

Это говорит о том, что равномерной деформации при распределенной нагрузке получить нельзя. Равномерное ширение можно получить, если нагружать полосу сосредоточенными силами, приложенными в ее концах. На практике такое растяжение осуществляется при помощи цепных ширителей (в сушильно-ширильной машине [5]), шаруток в ткацких станках, в роликовых тканенаправителях [6].

Однако при ширении ткани перед жидкостной обработкой желательно осуществить воздействие на нее с помощью распределенной нагрузки. Исходя из предыдущих рассуждений можно предположить, что удлинение, близкое к равномерному, можно получить путем нагружения, падающего от кромки к середине ткани.

Закономерность такого распределения нагрузки может быть описана, например, линейной функцией: $P(x) = a - bx$ или показательной функцией: $P(x) = e^{-ax}$.

В первом случае a – величина усилия на кромке полосы; b – степень уменьшения усилия в направлении от кромки к середине ткани. Тогда запишем:

$$\varepsilon = \frac{1}{c} \int (a - bx) dx. \quad (6)$$

После интегрирования получим:

$$\varepsilon = \frac{1}{c} [ax - bx^2 + B],$$

или, заменив буквенные обозначения:

$$\varepsilon = D + Mx - bx^2. \quad (7)$$

Таким образом, удлинение представляется функцией двух переменных x и b ($\varepsilon = \varepsilon(x, b)$).

Здесь следует подобрать такую величину b , при которой удлинение максимально приближено к равномерному. Изменяя величину b , подбираем параболу, у которой участок вблизи максимума будет приближаться к горизонтальной прямой.

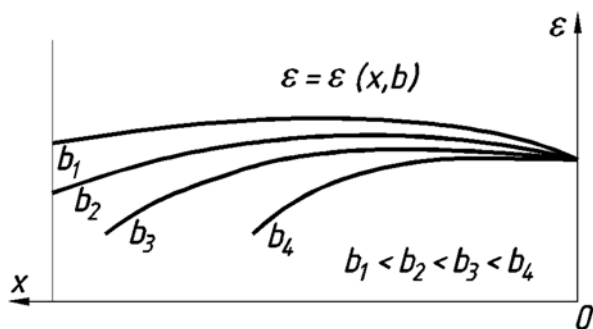


Рис. 4

Результаты анализа в виде графика представлены на рис.4 — распределение деформаций по ширине полотна при различных распределениях нагрузки.

Из построения видно, что ширение, близкое к равномерному, можно получить при распределении нагрузки, убывающей от кромки к середине ткани.

Распределение нагрузки рассмотренного вида получается у всех дуговых, а также и винтовых ширителей с переменным шагом винтовой линии. В планчатых ширителях такой закономерности распределенного усилия можно добиться с помощью

изменения нагрузки на планку по ее длине или различной шероховатости планки.

При воздействии на ткань в дуговых и винтовых ширителях кроме усилия, направленного вдоль утка, возникают силы, направленные вдоль основных нитей [3], [6]. Наличие таких сил может привести к смещению уточных нитей, то есть к дефекту, который впоследствии придется исправлять. Это надо учитывать при проектировании и эксплуатации ширителей.

Проведенный анализ может быть полезен как для проектировщиков оборудования, так и для эксплуатационников.

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: ИГТА, 1999.
3. *Городиский Л.Г., Кузнецов Г.К., Титов С.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — №5, 2006.
4. *Степин П.А.* Сопротивление материалов. — М.: Высшая школа, 1983.
5. *Машиностроение. Энциклопедия. Том IV — 13. Машины и агрегаты текстильной и легкой промышленности.* — М.: Машиностроение, 1997.
6. *Кузнецов Г.К., Саввин О.А., Титов С.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — №2, 2002.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 29.01.07.