

ВЛИЯНИЕ СЖИМАЮЩИХ НАГРУЗОК НА ДЕФОРМАЦИЮ ТКАНИ

Л. УДВАЛ, Т.П. ТУЦКАЯ, Ю.Г. ФОМИН

(Монгольский государственный университет науки и технологий,
Ивановская государственная текстильная академия)

При обработке текстильного материала на валковых машинах одним из основных является процесс его сжатия под действием нагрузки. Большинство текстильных изделий легко деформируются сжимающими силами, уменьшая при этом свою толщину без существенных изменений размеров по ширине и длине. Это является следствием наличия в текстильных материалах значительного объема воздуха.

В процессе прохождения ткани через зону контакта валковых модулей имеют место циклы ее нагружения и разгрузки.

Контактные задачи по деформированию волокнистого материала между металлическим и эластичным валами и определению формы области контакта решаются с помощью метода Колосова-Мухелишвили на основе специальных программ [1]. В основу таких программ положен системнообусловленный принцип начального смещения, то есть в качестве исходной величины задается взаимное перемещение жестких сердечников контактирующих тел после их первоначального контакта с обрабатываемым материалом в точках А и В (рис.1).

Величина сближения валов ℓ в сечении 1-1 с координатой X_i определяется выражением:

$$\ell = L_1 - L_2 = \ell_1 + \ell_2 = \ell_{\text{тк}} + \ell_c + \ell_n, \quad (1)$$

где ℓ_1 и ℓ_2 – сближения точек 1 и 2 на поверхностях валов соответственно; $\ell_{\text{тк}} = (\ell_{\text{тк}1} + \ell_{\text{тк}2})$ – деформация ткани; $\ell_c = (\ell_{c1} + \ell_{c2})$ – свободное сближение валов; ℓ_n – деформация покрытия вала.

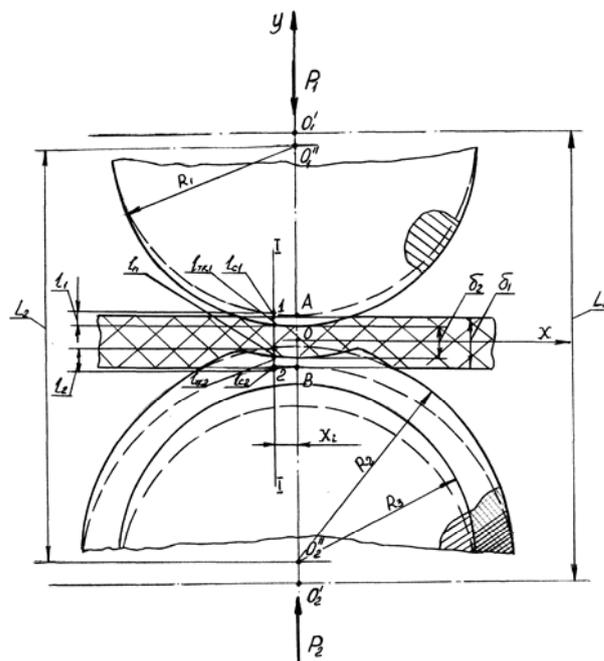


Рис. 1

Выражение (1) для произвольного сечения в зоне контакта с координатой X_i является уравнением деформаций и сближений.

Свободное сближение находим по известным уравнениям для зоны контакта поверхностей валов:

$$l_c = R_1 - (R_1^2 - X_i^2)^{1/2} + R_2 - (R_2^2 - X_i^2)^{1/2}. \quad (2)$$

Зависимость l_c от координаты X_i , которая коррелируется с нагрузкой, имеет нелинейный характер и получена при следующих исходных данных: $R_1=132,5$ мм; $R_2=160,0$ мм; $X_i=0...15$ мм (рис. 2)

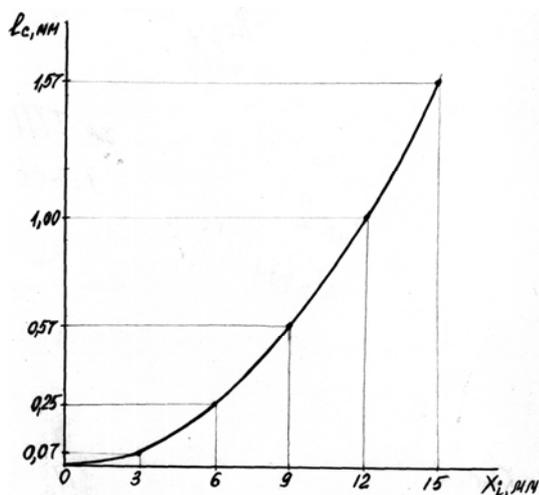


Рис. 2

Деформацию ткани определим как функцию от напряжения (удельного давления), деформирующего материал:

$$l_{\text{тк}} = f(\sigma_{\text{тк}}) = f(P_1). \quad (3)$$

Относительную деформацию сжатия ткани в сечении по оси симметрии валов вычисляем по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\delta_1 - \delta_2}{\delta_1} 100\%, \quad (4)$$

где δ_1 и δ_2 – начальная и конечная (в сжатом состоянии) толщина ткани соответственно.

Деформирование хлопчатобумажных тканей исследовалось авторами экспериментально [2], [3].

Для измерения толщины шерстяных тканей (производство предприятий Мон-

голии) массой до 715 г/м^2 при сжатии давлением до 20 МПа использовался тензометрический прибор, разработанный в Ивановском НИЭКМИ [4]. Эксперименты проводились на сухих образцах при скорости нагружения $0,3...10^{-3} \text{ м/с}$.

Образцы тканей отбирались в соответствии с правилами, установленными ГОСТами 20566–83 и 3811–72.

Анализ полученных результатов показал, что при увеличении давления до 3 и 12 МПа происходит сжатие тканей в среднем на 40 и 56% соответственно, а при дальнейшем росте нагрузки этот параметр уменьшается незначительно (до 3%) (рис. 2).

При увеличении скорости нагружения толщина ткани увеличивается в среднем на 2%, поэтому оптимальное давление можно определить на малых скоростях. Для сухих и влажных тканей зависимость изменения их толщины от давления идентична [3].

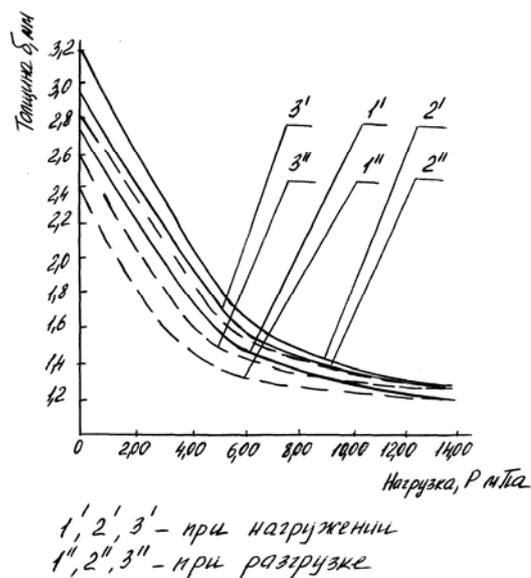


Рис. 3

Параметры тканей и результаты замеров ее толщины при нагружении до 20 МПа и разгрузке представлены в табл. 1 и в виде графиков (рис. 3).

Вид ткани	Толщина δ_1 , мм	Линейная плотность m_L , г/м ²	Поверхностная плотность m_a , г/м ²	Объемная плотность, m_o г/см ³	Максимальное сжатие δ_2 , мм	δ_3 (мм) после снятия нагрузки	Относительная деформация сжатия ϵ , %
Ногоон цэмбэ	2,66	205,3	478,9	179,6	1,23	2,31	54
Мороодол	3,21	626,9	715,1	307,5	1,34	2,71	58
Ягаан одончуу	2,83	279,1	545,4	193,5	1,22	2,57	57

Связь между толщиной ткани и давлением выражается гиперболической зависимостью. Асимптотой гиперболы является значение толщины предельно сжатой ткани [5].

Для определения толщины ткани $\delta_{\text{тк}}$ при разных давлениях применяем формулу, использующую указанную гиперболическую зависимость [5]:

$$\delta_{\text{тк}} = \delta_p + \frac{p - p_k}{A + B p_k}, \quad (5)$$

где δ_p – толщина ткани, измеренная при давлении p ; p_k – давление, для которого рассчитывается толщина; A – коэффициент, характеризующий начальную сопротивляемость сжатию (жесткость при сжатии); B – коэффициент, определяющий конечную несминаемость ткани.

Наиболее полно свойства исследуемых шерстяных тканей при их статическом нагружении отражает модель Кукина-Соловьева, содержащая три звена Кельвина-Фойгта, представляющих упругую, высокоэластическую и пластическую составляющие деформации [6].

Результаты экспериментов показали, что в нашем случае преобладает ярко выраженная упругая составляющая (табл.1). Соотношение пластической и упругой деформаций колеблется в пределах от 1:3 до 1:6.

В этой связи приобретает особую актуальность разработка методики учета упругих свойств материала при сжатии шерстяных тканей в концептуальных моделях валковых модулей, отражающих основные особенности процессов их деформации.

ВЫВОДЫ

1. В результате исследований сжатия шерстяных тканей массой от 0,47 до $0,72 \cdot 10^3$ г/м² (производство предприятий Монголии) давлением до 20 МПа установлено, что связь между толщиной тканей и давлением выражается гиперболической зависимостью.

2. При нагрузке 3 и 12 МПа толщина тканей снижается в среднем на 40 и 56% соответственно. Дальнейший рост нагрузки уменьшает этот параметр на 3%.

3. Пластическая деформация тканей колеблется в среднем от 9 до 13%, а ее соотношение с упругой деформацией находится в пределах 1:3...1:6.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мухелишвили Н.И.* Некоторые основные задачи математической теории упругости. – М.: Наука, 1966.
 2. *Соловьев А.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1964, №2. С.8...12.
 3. *Кузнецов В.А., Полумисков С.А., Неелова С.Б.* Исследование закономерности сжимаемости плоских текстильных материалов // Оборудование для ткацкого красильно-отделочного производства / Экспресс-информация. – ЦНИИТЭИлегпищмаш. – М., 1980. С.11...16.
 4. *Кузнецов В.А., Полумисков С.А.* Прибор для исследования сжимаемости плоских пористых материалов при давлении до 20 МПа // Оборудование для ткацкого и красильно-отделочного производства / Науч. тех. ред. сб. – ЦНИИТЭИлегпищмаш. – М., 1979. Вып. 5ю С.12...14.
 5. *Кукин Г.К., Соловьев А.Н.* Текстильное материаловедение. – Ч. 3. – М.: Легкая индустрия. 1967.
 6. *Кукин Г.К., Соловьев А.Н.* Текстильное материаловедение. – Ч. 2. – М.: Легкая индустрия. 1964.
- Рекомендована кафедрой проектирования текстильного отделочного оборудования. Поступила 27.01.06.