

К ВОПРОСУ О НАТЯЖЕНИИ И ДЕФОРМАЦИИ ТКАНИ ПРИ ПРОВОДКЕ ЕЕ В ОТДЕЛОЧНЫХ МАШИНАХ

А.А. КРАСНОВ

(Ивановский государственный архитектурно-строительный университет)

Вопросы натяжения и деформации ткани при проводке ее в отделочных машинах в рамках тех или иных допущений описывалась в различных работах, например, в [1...6], [10].

В настоящей работе рассмотрим эти вопросы для случая, когда натяжение и деформация ткани связаны между собой функцией вида [7]:

$$T = k_n \varepsilon^a, \quad (1)$$

где T – натяжение ткани; k_n – начальный коэффициент жесткости ткани на растяжение; a – коэффициент нелинейности; ε – относительное удлинение.

В [8] получены значения начального коэффициента жесткости, приведенного к

ширине ткани, и коэффициента нелинейности a для пяти артикулов ткани.

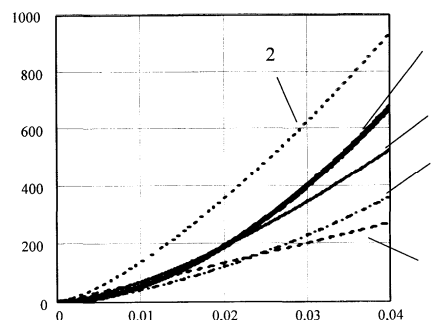


Рис. 1

Значения этих коэффициентов приведены в табл. 1, а вид этих зависимостей показан на рис. 1. Номера кривых на рис. 1 соответствуют номерам артикулов в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№	Название ткани	Артикул	Начальный коэффициент жесткости (Н)	Коэффициент нелинейности
1	Лотос	92515/50	59107,66	1,4669
2	Смена	2353/152	81001	1,3868
3	Чегег	231658	7270,36	1,0229
4	Костюмная	23746/100	56632,18	1,5719
5	Рица	OM52-01ИЛ/68С	225940,75	1,8042

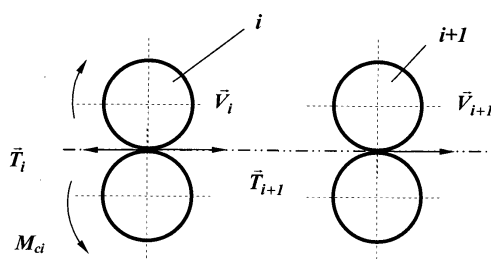


Рис. 2

Рассмотрим $i+1$ -ю зону деформации ткани (рис.2). Составляя для нее уравнение неразрывности и выражая массы элементарных участков гибкого звена через его линейные плотности, получим следующее уравнение [10]:

$$\mu_i V_i - \mu_{i+1} V_{i+1} = L_{i+1} \frac{d\mu_{i+1}}{dt}, \quad (2)$$

где μ_i – линейная плотность нити в i -й зоне; μ_{i+1} – линейная плотность нити в $i+1$ -й зоне; V_i и V_{i+1} – скорость движения ткани в жалах валов фрикционных пар; L_{i+1} – длина зоны деформации.

Используя далее формулу Коши для относительной деформации, выраженной через скорости движения ткани в жале валов фрикционных пар [5], и линейный закон Гука и преобразуя (2), получаем известное выражение [4]:

$$\frac{dT_{i+1}}{dt} = (V_{i+1} - V_i \frac{T_{i+1} + k}{T_i + k}) \frac{(T_{i+1} + k)}{L_{i+1}}, \quad (3)$$

где $k = ES$, E – модуль Юнга; S – площадь поперечного сечения гибкого звена; L_{i+1} – длина гибкого звена в $i+1$ -й зоне; T_{i+1}, T_i – натяжение гибкого звена в $i+1$ и i -й зонах соответственно.

Выражение (3) совместно с уравнением

$$\begin{cases} \frac{dT_{i+1}}{dt} = \frac{a(\sqrt[T_{i+1}] + \sqrt[k_H]{k_H})}{L_{i+1} \sqrt[(T_{i+1})^{1-a}]} \left[\omega_{i+1} R_{i+1} - \frac{(\sqrt[T_{i+1}] + \sqrt[k_H]{k_H})}{(\sqrt[T_i] + \sqrt[k_H]{k_H})} \omega_i R_i \right], \\ J_i \frac{d\omega_i}{dt} = (T_{i+1} - T_i) R_i - M_{ci}, \end{cases} \quad (4)$$

где J_i – приведенный момент инерции валов i -й фрикционной пары; M_{ci} – приведенный момент сопротивления, приложенный к валам i -й фрикционной пары; ω_i и ω_{i+1} – угловые скорости соответствующих индексам ведущих валов фрикционных пар.

динамики валов i -й фрикционной пары могут применяться для приближенного описания переходных процессов в рассматриваемой системе [4], [9].

Повторяя ту же процедуру вывода (но заменяя линейный закон Гука зависимостью (1)) и добавляя уравнение динамики валов i -й фрикционной пары, получаем систему уравнений:

Легко заметить, что при $a=1$ и $k_H=k$ первое уравнение системы (4) преобразуется в (3).

К системе (4) добавим начальные условия, которые находятся путем решения этой системы уравнений при установившемся движении ткани:

$$T_{i+1}(0) = T_i + \frac{M_{ci}}{R_i}, \quad \omega_i(0) = \omega_{i+1}(0) \frac{R_{i+1}}{R_i} \frac{\sqrt[T_i] + \sqrt[k_H]{k_H}}{\sqrt[T_i + \frac{M_{ci}}{R_i}] + \sqrt[k_H]{k_H}}. \quad (5)$$

Численное решение системы уравнений (4) с начальными условиями (5) показывает, что учет нелинейности зависимости деформации ткани от ее натяжения приводит к результатам, которые отличаются от результатов, полученных в рамках линейного закона Гука (рис. 3) тем больше, чем больше коэффициент нелинейности отличается от единицы.

На рис. 3-а и 3-б показаны графики зависимостей скорости движения валов $i+1$ -й фрикционной пары – кривая 2, валов i -й пары – кривая 1 и график зависимости натяжения ткани в зоне деформации от времени – кривая 3 – для ткани "Лотос".

На рис. 3-а графики получены при коэффициенте нелинейности ткани, равном табличному значению (табл.1), а на рис.3-б – при коэффициенте нелинейности ткани, равном единице.

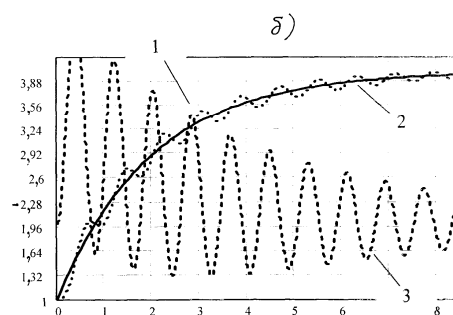
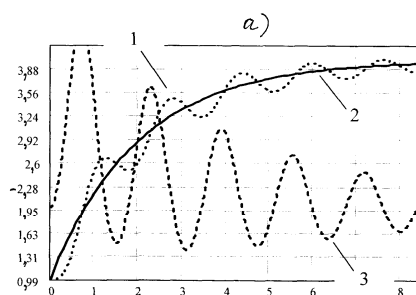


Рис. 3

Из рисунков видно, что частоты и амплитуды колебаний валов ведомой фрикционной пары, а также натяжение ткани в

зоне деформации существенно зависят от коэффициентов нелинейности и учет их позволяет повысить точность и качество расчетов механизмов подобного вида.

ВЫВОДЫ

1. Получена уточненная система уравнений, приближенно описывающая динамику зоны деформации ткани в отделочных машинах, в которых использована нелинейная зависимость натяжения ткани от ее относительной деформации.

2. Показано влияние нелинейности зависимости натяжения ткани от ее деформации на характер движения ведомой фрикционной пары и натяжения материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазунов В.Ф. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1978, №4. С.107...111.

2. Глазунов В.Ф. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1978, №3. С.88...91.

3. Бейлин И.Ш., Вейц В.Л., Меркин В.М. Динамические модели и структурные схемы механизмов с гибкими технологическими связями // Межвуз. тем. сб. науч. тр.: Сер. Вибротехника. – 1981, 3(43). С.141...151.

4. Бейлин И. Ш. Вейц В.Л., Меркин В.М. Динамика и оптимальная пассивная стабилизация натяжения в лентопротяжных механизмах/ И. Ш. Бейлин, В. Л. Вейц, В. М. Меркин / Под ред. К. М. Рагульскаса. – Л.: Политехника, 1991.

5. Васильков Ю.В., Романов А.В. Термообработка текстильных изделий технического назначения. – М.: Легпромбытиздат, 1990.

6. Краснов А.А. О динамике многозонального механизма с одним гибким, упругим звеном // Изв. Иван. отд. ПАНИ. – 6-й вып., 7-й год изд. – Иваново, 2001. С.12...16.

7. Кукин Г.Н. и др. Текстильное материаловедение. – В 3-х ч., ч.2. – М.: Легкая индустрия, 1964.

8. Краснов А.А. Разработка методов расчета параметров ткани и совершенствование схем ее проводки в отделочных машинах: Дис...канд. техн. наук – Иваново, 1991.

9. Краснов А.А. Исследование деформации гибких звеньев двумя фрикционными парами // Вестник НПО. – М.: Алев, 2006. С.368...369.

10. Мильман А.Я. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1964, №4. С.127...133.

Рекомендована кафедрой строительной механики. Поступила 30.09.06.