

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ ОСНОВЫ НА ТКАЦКИХ СТАНКАХ

В.В. РОМАНОВ, С.Н.ТИТОВ, И.С. НИКИФОРОВ

(Костромской государственный технологический университет)

Многочисленные эксперименты по измерению натяжения нитей основы за один оборот главного вала для наиболее массовых на предприятиях России ткацких станков СТБ показывают значительные колебания этого параметра (рис. 1)[1].

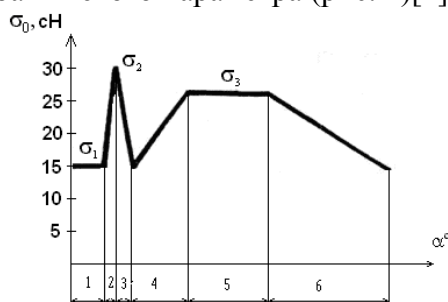


Рис. 1

Как видно из графика на рис. 1, изменение напряжения (натяжения) нитей характеризуется двумя участками:

– с постоянным напряжением:

$$\sigma(t) = \sigma_1 = \text{const},$$

– с постоянной скоростью нагружения:

$$\sigma(t) = \sigma_1 + vt,$$

где $\sigma(t)$ – напряжение нити в момент времени t ; σ_1 – постоянное напряжение нити; v – скорость изменения напряжения нити; t – время нагружения нити.

Напряженно-деформированное состояние нитей основы на ткацком станке за

один цикл можно оценить, используя критерий длительной прочности, основанный на формулах С.Н. Журкова и Бейли.

Для участка с постоянным напряжением нити коэффициент повреждаемости определяется по формуле:

$$\eta_0 = \int_0^{t_0} \frac{dt}{\tau_0 e^{\left[\frac{U_0 - j\sigma_0}{RT} \right]}} = \frac{t_0}{e^{\left[\frac{U_0 - j\sigma_0}{RT} \right]}}, \quad (1)$$

для участка с постоянной скоростью нагружения нити – по формуле:

$$\eta_0 = \int_0^{t_{\text{IP}}} \frac{dt}{\tau_0 e^{\left[\frac{U_0 - j(\sigma_0 + vt)}{RT} \right]}} = \frac{e^{\left[\frac{jvt_{\text{IP}}}{RT} \right]} - 1}{\tau_0 \left[\frac{U_0 - j\sigma_0}{RT} \right] jv}. \quad (2)$$

Общая повреждаемость основы за 1 оборот главного вала:

$$\eta_{\text{ИЦ}} = \sum \eta_0 + \sum \eta_{\text{IP}}, \quad (3)$$

а общая повреждаемость нитей основы на ткацком станке:

$$\eta = \eta_{\text{ИЦ}} n, \quad (4)$$

где n – количество циклов, которые испытывает основа на ткацком станке; σ_0 –

напряжение нити; T – температура по шкале Кельвина; R – постоянная Больцмана; τ_0 – период тепловых колебаний атомов в твердом теле около положения равновесия; U_0 – энергия активации при разрушении тела; j – структурный коэффициент (параметрам τ_0 , j и U_0 придается определенный физический смысл) [1]; $t[\sigma(\tau)]$ – время, в течение которого образец находится под

нагрузкой; в случае изменения напряжения по какому-либо закону – величина, определяемая экспериментально.

Расчет напряженности заправки ткацкого станка по зонам тензограммы, соответствующим процессам формирования ткани – зевобразованию, приборю и т.д., приведен в табл. 1.

Таблица 1

Номер зоны	Повреждаемость за один оборот	Повреждаемость за период нахождения под нагрузкой
1	$4,093 \cdot 10^{-6}$	0,021
2	$3,187 \cdot 10^{-6}$	0,017
3	$3,187 \cdot 10^{-6}$	0,017
4	$2,832 \cdot 10^{-5}$	0,149
5	$3,748 \cdot 10^{-4}$	0,197
6	$4,024 \cdot 10^{-4}$	0,211
Итого	$1,165 \cdot 10^{-4}$	0,612

Частота вращения главного вала ткацкого станка равна 240 об/мин. Величина угла заступа равнялась 40° оборота главного вала; заправочное натяжение 16 сН; натяжение при приборю 30 сН; натяжение основы при полном открытии зева 28 сН.

Наибольшая величина повреждаемости нитей основы приходится на процесс зевобразования, несмотря на то, что натяжение нитей в этот период (участки 4-5-6) меньше, чем при приборю уточной нити к опушке ткани. То есть, более интенсивное разрушение нити происходит не тогда, когда она испытывает максимальные напряжения и деформации.

При оценке степени разрушения существенную роль играет время разрушения. В данном случае процесс зевобразования оказывает значительно большее влияние, так как он более длительный по сравнению с процессом приборю.

Поскольку снижение натяжения в момент приборю отрицательно скажется на качестве ткани, целесообразно реализовать кинематику ткацкого станка такой, чтобы в период зевобразования натяжение нитей основы снижалось, по крайней мере, до заправочного.

Следовательно, желаемой можно считать зависимость $\sigma(t)$, представленную на рис. 2.

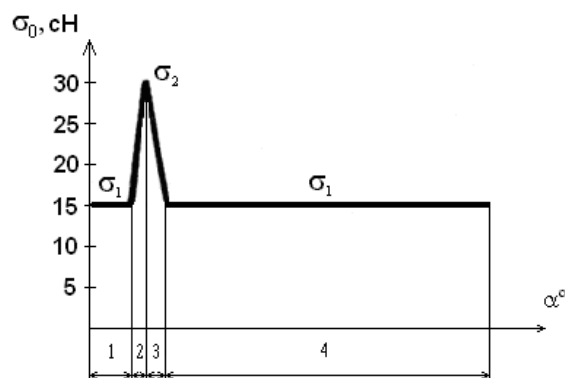


Рис. 2

Динамика привода ткацкого навоя в момент зевобразования должна обеспечивать отпуск основы на величину открытия зева.

Определим абсолютную деформацию нитей основы.

При отсутствии компенсации со стороны регулятора она равна [2]:

$$\lambda = \sqrt{l_1^2 + h^2} + \sqrt{l_2^2 + h^2} - (l_1 - l_2), \quad (5)$$

где h – высота верхней или нижней части зева.

Подкоренные выражения можно разложить в ряд Маклорена. Взяв два первых члена ряда, получим:

$$\lambda = \ell_1 \sqrt{1 + \frac{h^2}{\ell_1^2}} + \ell_2 \sqrt{1 + \frac{h^2}{\ell_2^2}} - (\ell_1 + \ell_2) = \frac{h^2 L}{2\ell_1 \ell_2}. \quad (6)$$

Для компенсации деформации нитей в период зевобразования навоя должен совершать возвратно-вращательное движение по законам "а", "b" или "с" (рис. 3). Исходя из предложенного закона и длительности фаз тканеобразования определяются динамические характеристики, предъявляемые к электроприводу и составляется программа управления им. Например, для варианта "с" скорость "доворота" навоя для отпуска основы должна составить $V_1 = \frac{\lambda}{t_4}$, а скорость обратного хода – для натяжения основы $V_3 = \frac{\lambda}{t_6}$.

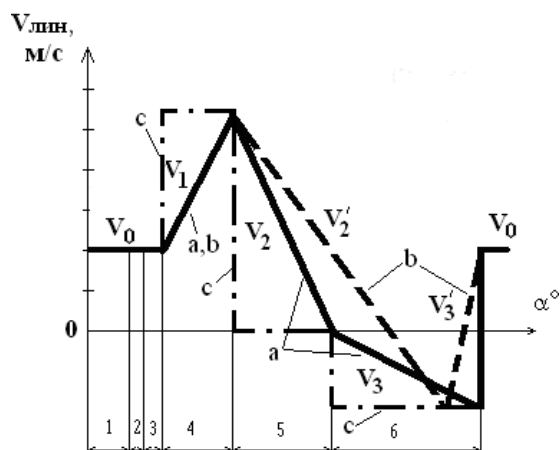


Рис. 3.

Реализация такого закона натяжения возможна с использованием автономного регулируемого электропривода навоя вместо существующих основных регуляторов.

Векторное управление двигателем переменного тока с параметрами (7) с помощью проекции тока статора i_{1d} обеспечит потокосцепление ротора, а с помощью проекции i_{1q} можно независимо и безынерционно управлять частотой ротора ω_2 [3]:

$$\Psi_{2d} = i_{1d} \frac{L_m}{(1 + pT_2)}, \quad \omega_2 = i_{1q} \frac{L_m}{T_2 \Psi_{2d}}, \quad (7)$$

где T_2 – постоянная времени ротора; L_m – основной магнитный поток.

ВЫВОДЫ

1. На основе критерия длительной прочности Бейли создана модифицированная аналитическая модель тензограммы натяжения нити за цикл тканеобразования.
2. Предложены кинематическая и динамическая модели привода вращения навоя, обеспечивающие снижение усталостного разрушения нитей основы при зевобразовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев А.С., Оников Э.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 2. С.83...86.
2. Лукачева А.А. Разработка метода расчета параметров зевобразования на современных ткацких станках и пути снижения напряженности их заправов: Дис...канд. техн. наук. – М., МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2003.
3. Усольцев А.А. Векторное управление асинхронными двигателями. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики (технический университет), 2002.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 30.06.08.