

КОРРЕКТИРОВКА НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВЫ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ СТБ

С.Ю. ВОРОНИН, В.Р. БЫКАДОРОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Разрыв кинематической цепи между чувствительным и передаточным механизмами основного регулятора станка СТБ ведет к потере его чувствительности при изменении натяжения основы за каждую уточную прокидку [1].

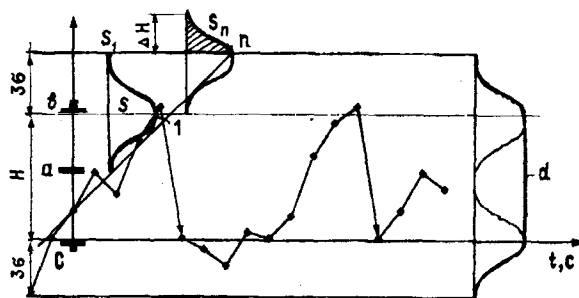


Рис. 1

Согласно [2] установка величины зазора H (рис. 1) между болтом a на двуплечем рычаге чувствительного элемента и регулировочными болтами b и c на тяге передаточного элемента производится в статических условиях. Поскольку величина перемещения чувствительного элемента – скала при работе ткацкого станка заранее неизвестна, то наладка регулятора обладает определенной погрешностью, проявляющейся как на отдельном станке, так и на группе станков, вырабатывающих ткань одного артикула.

При отклонении натяжения основы от номинального значения производится его автоматическая корректировка регулятором. В этом случае перемещения скала, производящие выравнивание натяжения основных нитей, являются определяющим фактором.

Колебания скала можно характеризовать как случайные и систематические, которые действуют одновременно и налагаются друг на друга. Случайные колебания вызваны отклонениями в настройке регу-

лятора, люфтами в соединениях деталей, износом трущихся поверхностей и другими причинами. Систематические колебания являются следствием изменения диаметра намотки на навое при его срабатывании.

Условимся, что процесс корректировки натяжения K_0 при его изменении происходит следующим образом (рис. 1). Под влиянием систематических погрешностей скало, а следовательно, и болт a на двуплечем рычаге случайно перемещаясь, приближаются к верхнему регулировочному болту b на тяге.

При касании болтов возникает механический сигнал (импульс) в виде перемещения тяги, которое передается исполнительному механизму регулятора. При этом навой с намоткой поворачивается на больший угол, натяжение K_0 уменьшается и болт a опускается в зону нижнего регулировочного болта c . Вследствие этого центр группирования случайных погрешностей перемещается на величину H – расстояние между регулировочными болтами, определяющее свободное перемещение скала между идущими двумя подряд корректировочными импульсами. Затем процесс перемещения болта a к болту b повторяется вновь и совершается до тех пор, пока не происходит их соприкосновения.

Таким образом, технологические погрешности натяжения основы компенсируются периодически, что придает процессу корректировки натяжения дискретный характер. Корректировка натяжения K_0 носит ациклический характер, проявляющийся в том, что период времени между двумя соседними импульсами является величиной переменной.

Рассеивание случайных колебаний, как правило, подчиняется закону Гаусса [3]. Изменение усредненных систематических

колебаний можно принять линейным. при этом их распределение описывается законом равной вероятности. Тогда суммарная кривая распределения d отклонений болта a представляет композицию законов Гаусса и равной вероятности.

Поскольку погрешность корректировки следует оценивать как поле рассеивания колебаний скала, то на основании анализа изменения величины последних можно сделать вывод о том, что в состав погрешности корректировки кроме N входит величина 6σ , где σ – среднее квадратическое отклонение N размера, вызванного погрешностью при установке нового навоя.

Однако в состав погрешности корректировки натяжения входят не только величины N и 6σ , но и параметр ΔH , в пределах которого находится центр группирования случайных погрешностей при возникновении корректировочного импульса.

Рассмотрим передачу импульса (касания) болтов a и b (рис. 1). Для определения величины ΔH необходимо установить два предельных для нее положения: первое – при котором практически возникает вероятность корректировки и второе – при котором вероятность корректировки находится близко к единице.

Первое предельное положение центра группирования соответствует появлению вероятности корректировки, которую примем равной 3σ и соответствующей функции нормального распределения $\Phi(x)=0,99865$ для $x=3$, то есть вероятностью корректировки меньшей 0,135% пренебрегаем.

Для определения второго предельного центра группирования найдем вероятность q_1 отсутствия корректировочного импульса при касании болтов a и b в точке 1 [4]:

$$q_1 = 1 - S_1/S, \quad (1)$$

где $1, \dots, i, \dots, n$ – серия последовательных уточных прокидок, при которых возникает вероятность корректировки; S_1, \dots, S_n – участки площади кривой Гаусса, характеризующие вероятность появления переме-

щений скала, способных вызвать корректировку; S – общая площадь кривой Гаусса.

Применяя закон умножения вероятностей, определим вероятность отсутствия корректировки для любого числа в промежутке $2, \dots, i, \dots, n$:

$$q_n = (1 - S_1/S) \dots (1 - S_i/S) \dots (1 - S_n/S). \quad (2)$$

Точка n соответствует числу уточин в ткани, проложенных за время перемещения болта a на величину ΔH . Поскольку корректировка и ее отсутствие являются противоположными событиями, вероятность

$$P_n = 1 - q_n = 1 - [(1 - S_1/S) \dots (1 - S_i/S) \dots (1 - S_n/S)]. \quad (3)$$

Из (2) видно, что при увеличении n вероятность q_n может достичь сколь угодно малой величины. Следовательно, определив число n , при котором вероятность отсутствия корректировки практически равна нулю ($q_n < 0,00135$), а вероятность P_n корректировки – единице, можно установить второе предельное положение центра группирования и величину параметра ΔH . Для определения n необходимо знать величину перемещения f болта a за одну уточную прокидку:

$$f = \Delta H/n. \quad (4)$$

Если из эксперимента известны параметры f и n , то величина

$$\Delta H = f(n-1). \quad (5)$$

Определим кривую распределения корректировочных импульсов внутри интервала ΔH , для чего сначала найдем положение центра h_i группирования при i -й уточной прокидке:

$$h_i = f_i + H_0 - f = f(i-1) + H_0, \quad (6)$$

где H_0 – исходное (первоначальное) положение центра h .

Вероятность отсутствия корректировки при величине i равна

$$q_i = 1/\sqrt{2\pi\sigma} \int_{-\infty}^{H_{(B)}} \exp[-(x - h_i)^2 / 2\sigma^2] dx, \quad (7)$$

где $H_{(B)}$ – положение верхнего регулировочного болта b при его настройке.

Введем обозначение

$$y = (x - h_i) / \sigma, \quad (8)$$

тогда получим

$$q_i = \Phi[(H_{(B)} - h_i) / \sigma], \quad (9)$$

где

$$\Phi(y) = 1/\sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^y \exp(-y^2/2) dy. \quad (10)$$

Выразим (10) через нормальную функцию распределения [3], в результате чего (7) запишем

$$q_i = \Phi[(H_{(B)} - h_i) / \sigma]. \quad (11)$$

С учетом (11) определим по (3) вероятность P_n корректировки в точке n :

$$P_n = 1 - \{[\Phi(H_{(B)} - h_1) / \sigma] \dots [\Phi(H_{(B)} - h_i) / \sigma] \dots [\Phi(H_{(B)} - h_n) / \sigma]\}. \quad (12)$$

Вследствие того, что функция (12) дискретна, произведем ее расчет с данными, полученными с помощью тензометрической установки, записывающей перемещение болтов a и b при отметке времени одного оборота главного вала станка: $\sigma = \Delta H_{\max} / 3 = 0,53$ мм; $f = \Delta H_{\max} / n = 0,12$ мм; $H_{(B)} - H_0 = 3\sigma = 1,6$ мм.

Тогда

$$(H_{(B)} - h_i) / \sigma = (H_{(B)} - f_i + cH_0) / \sigma = 3,25 - 0,23i. \quad (13)$$

Для $P_n \approx 1$ выражение в фигурных скобках в (12) должно быть меньше 0,00135. При $i = 14$ функция $\Phi(3,25 - 0,23i) < 0,508$, а $(0,508)^{13} \ll 0,001$.

В табл. 1 приведены расчетные данные (значения функции P_n).

Таблица 1

i	$(H_{(B)} - h_i) / \sigma$	$\Phi(3,25 - 0,23i)$	$\prod_{i=1}^i (3,25 - 0,23i)$	$P_n = 1 - \prod_{i=1}^i (3,25 - 0,23i)$
1	3.02	0.9993	0.9993	0.0007
3	2.72	0.9967	0.9901	0.0099
5	2.56	0.9948	0.9743	0.0257
7	2.32	0.9898	0.9307	0.0693
9	1.18	0.8810	0.3197	0.6803
11	0.72	0.7642	0.0519	0.9481
13	0.26	0.6026	0.0014	0.9986
15	-0.20	0.4920	0.0000	1.0000

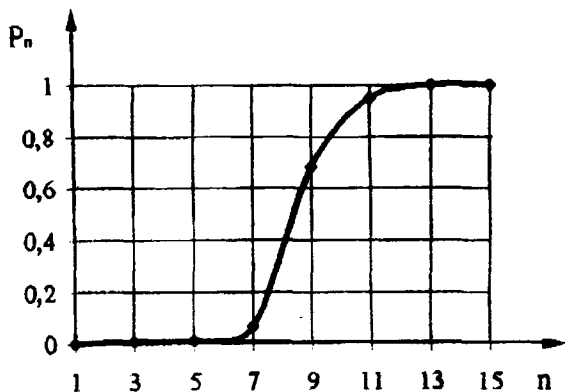


Рис. 2

Из рис. 2, где изображена интегральная кривая распределения корректировочных импульсов внутри интервала ΔH , следует, что распределение функции P_n близко к нормальному.

Определим размер ΔH , используя интерполяционный метод [5], так как вычисления ΔH по (5) при малой величине f и большом значении n представляют определенные трудности. Обозначим отношение σ/f через k и выразим предположительно зависимость $n=n(k)$:

$$n = \alpha k^\beta. \quad (14)$$

Прологарифмируем (14)

$$\lg n = \beta \lg k + \lg \alpha. \quad (15)$$

В табл. 2 представлены результаты расчетов, полученные с использованием (5) и известных значений σ и n (зависимость $\lg n$ от $\lg k$).

Таблица 2

K	f	N	lg k	lg n
1	0.53	4	0	0.6021
2	0.27	7	0.3010	0.8451
3	0.18	10	0.4771	1.0000
4	0.13	13	0.6021	1.4771
5	0.11	16	0.6990	1.7782

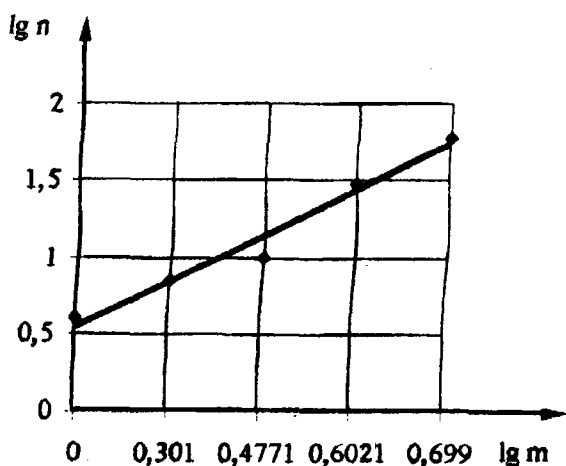


Рис. 3

Как видно из рис.3, связь между $\lg n$ и $\lg k$ можно представить практически линейной:

$$\lg n = 0,25 \lg k + 0,6. \quad (16)$$

Из (16) найдем

$$n = 3,98k^{0,25}. \quad (17)$$

С использованием (5)

$$\Delta H = 3,98k^{0,25}f - f. \quad (18)$$

Подставляя значение $k=\sigma/f$ в (18), получаем

$$\Delta H = 3,98(\sigma/f)^{0,25} f - f = 3,98\sigma^{0,25} f^{0,75} \quad (19)$$

При малой величине f

$$\Delta H = 3,98\sigma^{0,25} f^{0,75} \quad (20)$$

Так как значения H , 6σ , ΔH не перекрывают друг друга, для определения суммарного перемещения H_0 болта а (скала) при компенсации натяжения основы их можно складывать арифметически:

$$H_a = H + 6\sigma + \Delta H. \quad (21)$$

При большом числе корректировочных импульсов все составляющие (21) представляют собой не компенсируемые регулятором технологические погрешности.

Основное условие применения основного регулятора заключается в том, чтобы поле рассеивания натяжения основы, а следовательно, и отклонение скала, характеризующееся величиной H_a , вписывались в пределы поля допуска на натяжение.

Для повышения точности работы основного регулятора необходимо в первую очередь уменьшить значения H , 6σ , ΔH . Возможность ликвидации параметра H показана, например в [6]. Уменьшение величин 6σ и ΔH достигается за счет ликвидации люфтов и соблюдения правил эксплуатации регулятора. Сокращение числа подвижных звеньев в чувствительном и передаточном механизмах регулятора способствует повышению точности передачи корректировочного импульса об изменении натяжения основы. Это приводит к резкому уменьшению его колебаний, о чем свидетельствуют выражения (20) и (21).

ВЫВОДЫ

1. Дана оценка погрешности работы основного регулятора ткацкого станка СТБ, которая вызвана разрывом кинематической

цепи между чувствительным и передаточным механизмами.

2. Выявлено, что в общем изменении натяжения основы на станке присутствуют систематические и случайные отклонения, при исправлении которых кривая распределения корректировочных импульсов описывается нормальным законом распределения.

3. Технологические погрешности, не компенсируемые регулятором, зависят от зазора между соединениями чувствительного и передаточного механизмов, его среднеквадратического отклонения и центра группирования случайных погрешностей при возникновении корректировочного импульса. Следовательно, для повышения точности работы основного регулятора необходимо совершенствовать кинематическую связь чувствительного и передаточного механизмов с учетом ликвидации люфтов соединений и соблюдения правил эксплуатации регулятора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быкадоров Р.В., Воронин С.Ю. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, № 3. С. 43...45.
2. Степанов Г.В., Быкадоров Р.В. Станки СТБ: устройство и наладка. – М.: Легпромбытиздат, 1985.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969.
4. Бурдун Г.Д. и др. Регулирование качества продукции средствами активного контроля. – М.: Изд-во стандартов, 1973.
5. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. – М.: Наука, 1986.
6. А.с. № 709730 СССР. Основной регулятор ткацкого станка / Р.В. Быкадоров. – Оpubл. 1980. Бюл. №2.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 13.11.00.