

УДК 677.054.001.57

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ МЕХАНИЗМА ПРОКЛАДЫВАНИЯ УТКА СТАНКА СТБ

В. С. ПЕТРОВСКИЙ, Л. М. ПЕТРОВСКАЯ

(Костромской государственный технологический университет)

В бесчелночных ткацких станках наибольшее количество поломок, отказов и простоев приходится на боевую коробку [1]. Одной из основных причин отказов являются неточности механизмов прокладывания утка.

На рис. 1-а показана схема механизма прокладывания утка в момент передачи нити от возвратчика 1 прокладчику 2, причем положение последнего зависит от точности самого прокладчика, раскрывателя пружины прокладчика 5 и его подъемника 6, а также зазоров в соединениях. Поскольку при подъеме прокладчика осуществляется силовое замыкание вдоль оси Y , зазоры будут влиять только в направлении оси X .

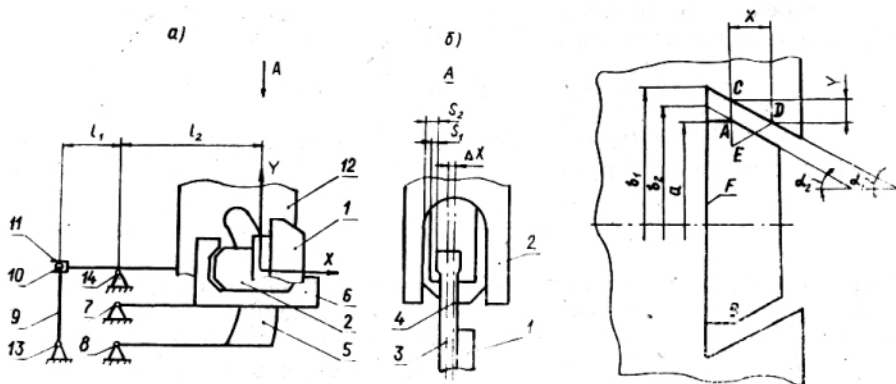


Рис. 1.

Рис. 2.

Положение возвратчика зависит от рычага фиксатора 9, ролик 10 которого при смене цвета входит в паз кронштейна 11, размеров l_1 и l_2 кронштейна 12, возвратчика 1 и зазоров в соединениях 13, 14, 10-11, 12-1.

В номинальном положении центр губок 3 возвратчика (рис. 1-б) совпадает с центром 4 прокладчика. Отклонение от номинального по-

ложения (погрешность позиционирования) вызовет относительное смещение деталей. Если смещение ΔX вдоль оси X превысит зазор S_1 , то при захвате нити губки прокладчика сомкнутся неплотно, непрочно удерживая нить, что может привести к потере нити при раскрытии губок возвратчика. Если смещение окажется больше зазора S_2 , то при подъеме прокладчик столкнется с губками возвратчика, что может привести к поломке деталей.

Если погрешности Δ_i звеньев механизма малы, то относительное смещение деталей 1 и 2 (рис. 1-б) в направлении оси X

$$\Delta X = \Delta X_1 - \Delta X_2, \Delta X_j = \sum K_{xi} \Delta_i \quad (j=1, 2), \tag{1}$$

где K_x — передаточные отношения;

$\Delta X_1, \Delta X_2$ — погрешности позиционирования возвратчика и прокладчика.

Смещение по оси Y определяется аналогично.

Для определения передаточных отношений рассмотрим соединение кронштейн 12 — возвратчик 1 (рис. 2). Допуски на углы приняты при условии реальных углов $\alpha_1 < \alpha_2$, поэтому контакт деталей возможен либо по поверхности F , либо в точках A или B . Зазор в соединении позволяет перемещаться точке A в пределах треугольника CDE с максимальными отклонениями от номинального положения:

$$\begin{aligned} X &= [(b_1 - a)/\text{tg}\alpha_1] [(b_2 - a)/\text{tg}\alpha_2], \\ Y &= b_1 - [(b_2 - a)/\text{tg}\alpha_2] \text{tg}\alpha_1 - a. \end{aligned} \tag{2}$$

Передаточные отношения, найденные как частные производные,

$$K_{xi} = \partial X / \partial \Delta_i \quad \text{и} \quad K_{yi} = \partial Y / \partial \Delta_i, \tag{3}$$

приведены в табл. 1 с учетом равенства номинальных размеров, то есть $b_1 = b_2$ и $\alpha_1 = \alpha_2$.

Передаточные отклонения от погрешностей длин звеньев, эксцентриситетов и зазоров в шарнирах можно определить методом преобразованного механизма [2], для чего строится механизм с остановленным ведущим звеном, а звенья, имеющие погрешности, преобразованы в ведущие.

Например, для определения влияния зазора S в шарнире 13 на положение возвратчика вместо реального механизма ABC (рис. 3) строится преобразованный $AA_1B_1C_1$ путем введения ведущего звена $AA_1 = S/2$. Так как величина эксцентриситета e вследствие зазора и углы φ_1 и φ_2 малы, перемещение ведомого звена (центра возвратчика) с точностью до величины первого порядка малости

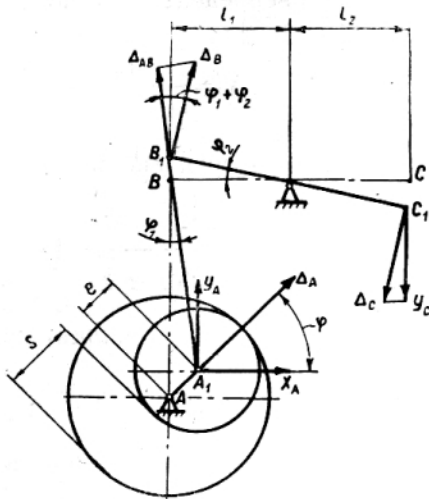


Рис. 3.

$$\begin{aligned} X_A &= e \cos \varphi, \quad Y_A = e \sin \varphi, \\ \Delta B \cos(\varphi_1 + \varphi_2) &= Y_A \cos \varphi_1 - X_A \sin \varphi_1, \\ Y_C &= (l_1/l_2) e \sin \varphi, \quad X_C = 0, \end{aligned} \tag{4}$$

где $e = S/2$ — эксцентриситет;
 S — зазор в шарнире;
 φ — фаза.

Аналогично определяется влияние остальных погрешностей. Передаточные отношения наиболее характерных из них приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование и обозначение погрешностей	K_x	K_y
Погрешности углов α ($\Delta\alpha_1, -\Delta\alpha_2$)	$\frac{b-a}{\sin^2\alpha}$	$\frac{2(b-a)}{\sin 2\alpha}$
Погрешности размеров a и b в соединении кронштейн — возвратчик ($\Delta b_1, \Delta b_2, \Delta a$)	$\operatorname{ctg}\alpha$	1
Зазор S и эксцентриситет e в шарнире 13	0	$\frac{(l_2/2l_1) \sin\varphi^*}{(l_2/l_1) \sin\varphi}$
Погрешности длин звеньев: Δl_9 Δl_{12}	0 1	l_1/l_2 0

* Числитель условной дроби — зазор S ; знаменатель — эксцентриситет e .

Для расчета результирующей погрешности ведомого звена разработана имитационная модель, учитывающая 22 погрешности, которые моделировались в виде случайных величин, распределенных в пределах поля допуска. Закон распределения погрешностей моделировался в виде сумм законов равной вероятности. В модели принято, что длины звеньев распределены по нормальному закону

$$\Delta_n = \frac{\sqrt{3}(ES-EJ)}{6} \cdot \left(\sum_{j=1}^4 \xi_j - 2 \right) + \frac{ES+EJ}{2}; \quad (5)$$

эксцентриситеты согласно закону Релея

$$e = \frac{\sqrt{3}(ES-EJ)}{6\sqrt{2-\pi/2}} \sqrt{\left(\sum_{i=1}^4 \xi_i - 2 \right)^2 + \left(\sum_{i=4}^8 \xi_i - 2 \right)^2}, \quad (6)$$

а зазоры — в виде комбинации нормального закона Δ_n и линейно изменяющегося износа:

$$S = \Delta_n + Jt, \quad (7)$$

где ξ — случайная величина, распределенная по закону равной вероятности в интервале от 0 до 1;

ES, EJ — верхнее и нижнее предельные отклонения погрешностей;

J, t — интенсивность износа и время эксплуатации.

На рис. 4 приведена блок-схема алгоритма имитационной модели. В блоке 1 по формулам (5) и (6) моделируются погрешности изготовления звеньев. При эксплуатации механизма детали изнашиваются и увеличиваются зазоры в соединениях, которые моделируются согласно (7) в блоках 2 и 3. В последующих блоках имитируется ра-

бота комплекта прокладчиков в течение нескольких циклов. По окончании каждого цикла звенья возвращаются в исходное состояние, однако вследствие зазоров в соединении звенья механизма отклоняются от номинального положения. Например, зазор в шарнире А (рис. 3) при силовом замыкании механизма выбирается полностью в одну сторону, а отклонение центра шарнира от номинального положения характеризуется зависимостями (4). Если силовое замыкание в механизме отсутствует, то величины e и ϕ становятся случайными, а положение центра шарнира в этом случае определяется координатами

$$\begin{aligned} X &= S/2 \xi_1 \cos(\xi_2 \cdot 2\pi), \\ Y &= S/2 \xi_1 \sin(\xi_2 \cdot 2\pi). \end{aligned} \tag{8}$$

При контакте сопрягаемых поверхностей по плоскости, например, прокладчик 2 — подъемник 6 отклонение по причине зазора

$$\Delta = S(\xi - 0,5). \tag{9}$$

После определения положения деталей (блок 6) по формулам (1) находится относительное смещение прокладчика и возвратчика, а также статистические характеристики в данный момент времени эксплуатации: математическое ожидание, дисперсия, закон распределения и затем строится зависимость математического ожидания и дисперсии от времени.

Расчеты на модели показали, что закон распределения относительного смещения близок к нормальному, а поле рассеивания при износе в 30 мкм сопоставимо с величиной зазора S_1 .

Кроме того, модель позволяет определить степень влияния каждой погрешности или группы погрешностей на суммарную погрешность, для чего задаются численным значением исследуемых погрешностей, а остальные погрешности принимаются равными нулю. Расчеты показали, что наибольшее влияние на суммарную погрешность оказывает люфт возвратчика, вызванный зазорами в цепи.

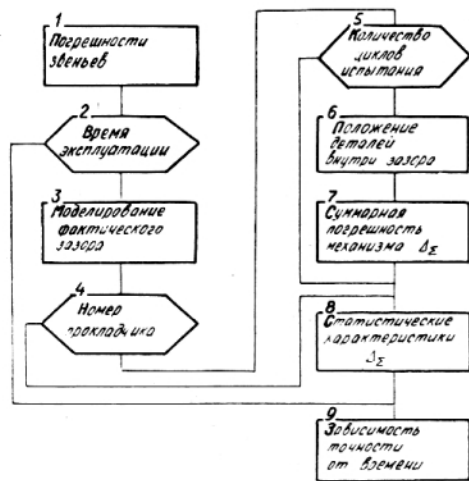


Рис. 4.

ВЫВОДЫ

Разработана имитационная модель, позволяющая определять погрешность позиционирования рабочих органов станка СТБ (прокладчика и возвратчика) с учетом точности изготовления и износа деталей при эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Богза А. Д.* Повышение надежности процесса ткачества на станках СТБ: Дис. ... докт. техн. наук. — М., 1990.
2. *Кинематика, динамика и точность механизмов: Справочник/Под ред. Г. В. Кренина.* — М.: Машиностроение, 1984.

Рекомендована кафедрой технологии конструкционных материалов и ремонта текстильных машин. Поступила 08.07.96
