

УДК 677.052.932

**ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА
ВЕРЕТЕН ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН**

И.Г. ЧИСТОБОРОДОВ, Е.Н. НИКИФОРОВА, В.В. КАПРАЛОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Главное требование к веретенам текстильных машин (ровничных, прядильных, крутильных) – их устойчивая работа, то есть работа без больших вибраций в зоне рабочих скоростей, поскольку вибрация веретен является основной причиной, ограничивающей дальнейшее наращивание скоростей ровничных машин с навесными рогульками. Кроме того, повышенные вибрации приводят к увеличению обрывности продукта, вследствие чего нарушается нормальный ход технологического процесса, ухудшается качество пряжи; под воздействием сил трения изнашиваются контактирующие поверхности деталей машин.

Нарушение контакта между пяткой и подпятником ведет к образованию зазоров и возникновению субгармонических колебаний верха шпинделя [1]. Веретено с изношенной пяткой не может нормально работать: оно вибрирует, увеличивается расход электроэнергии. Следовательно, опоры шпинделя веретена должны обладать высокой прочностью и износостойкостью.

Важнейшее технологическое условие к пяте шпинделя – это равномерное ее снашивание в процессе работы веретена и соответственно самоцентрирование и непроцедирование субгармонических колебаний веретена. Известные конструкции пяты с коническим, цилиндрическим, сферическим профилем, конические со сферическим концом и др. не обеспечивают указанных технических требований [2].

Так, даже при небольшом износе цилиндрическая форма пяты не обеспечивает точной установки шпинделя в нижней опоре. Вследствие этого желательно, что-

бы пята шпинделя представляла собой острый конус. Однако при неизбежных пульсациях нагрузки наступает быстрое изнашивание вершины пяты конического профиля.

Поставленная задача состоит в том, чтобы получить такой профиль вертикального сечения пяты шпинделя, который бы удовлетворял условию равномерного износа [3]:

$$p_i v_i = \text{const} = p_i \frac{\pi n}{30} r_i \Rightarrow p_i r_i = \text{const},$$

где p_i – удельное давление элементарной кольцевой площадки пяты; v_i – скорость скольжения; r_i – радиус до элементарной кольцевой площадки.

Пусть кривая, по которой очерчен профиль вертикального сечения пяты задана уравнением $F(x, y) = 0$ и обращена выпуклостью вверх (рис.1).

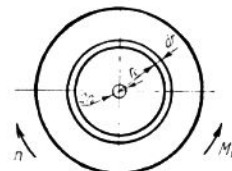
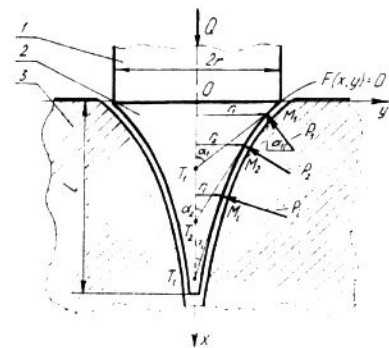


Рис. 1

Для этой кривой p_i в каждом сечении равно

$$p_i = \frac{Q}{\pi(r^2 - r_0^2) \sin \alpha_i} \quad (1)$$

где Q – осевая нагрузка на веретено (шпиндель); α_i – угол, образуемый касательной к кривой и осью Ox , $0 < \alpha \leq \pi/2$. При $\alpha \rightarrow 0$ $x \rightarrow \infty$; $y \rightarrow 0$; при $\alpha \rightarrow \pi/2$ $x \rightarrow 0$, $y \rightarrow a$; $2r$ – диаметр малого предпяточного цилиндра 1 (рис.1); $2r_0$ – диаметр вершины пятки 2.

Учитывая, что составляющая $\frac{Q}{\pi(r^2 - r_0^2)} = \text{const}$, для равномерного износа должно выполняться равенство:

$$\begin{aligned} \frac{r_1}{\sin \alpha_1} &= \frac{r_2}{\sin \alpha_2} = \dots = \\ &= \frac{r_i}{\sin \alpha_i} = M_1 T_1 = M_2 T_2 = \\ &= \dots = M_i T_i = a. \end{aligned}$$

Отрезок $MT = a$ есть касательная к кривой $F(x, y) = 0$ (рис.1). Требуется найти уравнение кривой, определенным образом связанной геометрически с прямой $MT = a$ и принятыми осями Ox и Oy .

Пользуясь формулой расстояния между двумя точками [4], запишем

$$MT = \sqrt{(x_T - x_M)^2 - y_M^2}.$$

Подставляя здесь значения $x_T - x_M = \frac{F_y}{F_x} y_M = -\left(\frac{dx}{dy}\right)_M y_M$ и вынося $|y_M|$ из-под корня, приходим к формуле

$$MT = |y_M| \sqrt{1 + \left(\frac{dx}{dy}\right)_M^2} \quad (2)$$

Учитывая, что для всех точек кривой касательная должна сохранять постоянную

величину $MT = a$, получаем

$$y \sqrt{1 + \left(\frac{dx}{dy}\right)_M^2} = a \quad (3)$$

Заменяя в (3) $\frac{dx}{dy}$ через $\text{ctg} \alpha$, получаем

$$\frac{y}{\sin \alpha} = a \quad \text{или}$$

$$y = a \sin \alpha \quad (4)$$

Дифференцируя (3), имеем

$$dy = a \cos \alpha d\alpha.$$

Но из соотношения $\text{tg} \alpha = \frac{dy}{dx}$:

$$dx = dy \text{ctg} \alpha \quad (5)$$

Подставляя в (5) полученное для dy выражение, определяем:

$$dx = a \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} d\alpha$$

или

$$dx = a \left(\frac{1}{\sin \alpha} - \sin \alpha \right) d\alpha.$$

Интегрируя почленно, находим

$$x = a \left(\ln \text{tg} \frac{\alpha}{2} + \cos \alpha \right) + C \quad (6)$$

Положим начальную ординату равной a , тогда значение параметра α , соответствующее ей, будет равно $\pi/2$ и, следовательно, $C = 0$.

Таким образом, параметрические уравнения кривой могут быть записаны в виде

$$\left. \begin{aligned} x &= a \ln \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + a \cos \alpha, \\ y &= a \sin \alpha. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Исключая параметр α из этих уравнений, получаем уравнение формы кривой

$$x = a \ln \frac{a - \sqrt{a^2 - y^2}}{y} + \sqrt{a^2 - y^2}, \quad (8)$$

по которой очерчен профиль вертикального сечения пяты веретена (шпинделя). Условие это выражает техническое требование, согласно которому обеспечивается равномерное снашивание пяты во время работы веретена.

При конструировании пяты рекомендуемого профиля для веретен прядильных и крутильных машин по причине отсутствия радиальных нагрузок длину ℓ пяты целесообразно брать не более величины радиуса r малого предпятного цилиндра, а значение параметра a в (8) принимать $\leq r$ (рис.1). При восприятии опорой в равной степени как осевых, так и радиальных нагрузок, например для веретен ровничных машин хлопчатобумажного производства, пятка должна иметь удлиненную форму: $\ell = 2r$ (для машин Р-192-5, Р-168-3 $2r = 12$ мм).

Хвостовая часть шпинделя, изготовленная с учетом этих условий для ровничной машины Р-192-5, изображена на (рис.2).

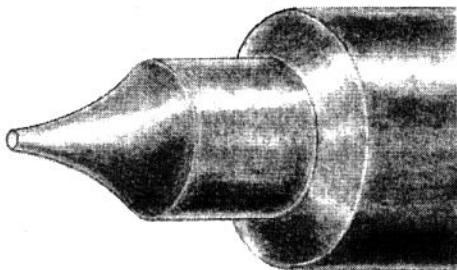


Рис. 2

Разработанная конструкция пяты существенно изменила порядок эксплуатации веретен: увеличены срок службы веретена

и время межремонтного периода по восстановлению изношенной пятки. Возможность самоустановки равномерно изнашиваемых деталей и их самоцентрирования при износе обеспечивает разработанной конструкции веретена высокую точность функционирования.

ВЫВОДЫ

1. В целях достижения равномерного снашивания пяты шпинделя веретен текстильных машин получено уравнение формы кривой, по которой очерчен профиль вертикального сечения проектируемой пяты.

2. Предложено конструктивное выполнение пяты шпинделей ровничных машин хлопчатобумажного производства моделей Р-192-5, Р-168-3.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кортыцкий Я.И.* Колебания в текстильных машинах. – М.: Машиностроение, 1973.
2. *Малышев А.П.* Веретено. – М.: Гизлегпром, 1950.
3. *Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбаров В.С.* Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977.
4. *Воднев В.Т., Наумович А.Ф., Наумович Н.Ф.* Основные математические формулы / Под. ред. Ю.С. Богданова. – Мн.: Высш. школа, 1980.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 30.11.04.