

УДК 677.054

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
НАЧАЛЬНОГО ПЕРИОДА ИЗНАШИВАНИЯ
СТАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ТОРМОЗА
УТОЧНОЙ НИТИ СТАНКА СТБ**

**MATHEMATICAL MODEL
OF THE INITIAL PERIOD OF WEAR
OF STEEL PLATE MACHINE WEFT THREAD BRAKE STB**

*Е.В. КРИВОШЕИНА, Г.К. БУКАЛОВ
E.V. KRIVOSHEINA, G.K. BUKALOV*

**(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: lmdepart@kstu.edu.ru**

В ранее предложенных математических моделях изнашивания нитепроводящих деталей движущейся нитью не учитывалось существующее в ряде случаев случайное поперечное перемещение нитей по поверхности

контакта. Предложена математическая модель изнашивания нитепроводящих деталей продольно движущейся нитью, совершающей случайное поперечное перемещение.

In previous mathematical models, the wear of the moving parts thread guide has not been taken into account in a number of cases, a random cross travel yarns on the contact surface. The model of wear of parts longitudinally moving thread guide engages in random cross travel.

Ключевые слова: пряжа, нитепроводник, случайное поперечное перемещение, изнашивание.

Keywords: yarn, thread guide, random cross travel, wear.

Продольно движущаяся уточная нить совершает поперечное перемещение между шероховатыми поверхностями лапки уточного тормоза и стальной пластины. Неровности рельефа поверхностей нитепроводящих деталей влияют на равномерность поперечного движения нити.

Рассмотрим контакт пряжи со стальной пластиной тормоза уточной нити, к которой она периодически прижимается лапкой тормоза.

В начальный период изнашивания поверхности стальной пластины тормоза уточной нити пряжа движется продольно, совершая одновременно поперечное колебательное перемещение со значительной амплитудой. Ширина контакта пряжи со стальной пластиной, полагаем, величина постоянная. Стальную пластину тормоза принимаем приближенно абсолютно гибким телом, так как ее толщина менее 0,1 мм значительно меньше ее длины 90 мм.

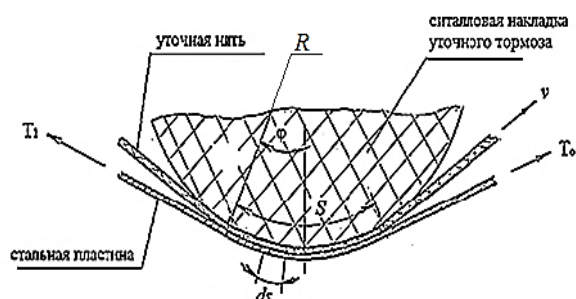


Рис. 1

Рассмотрим контакт стальной пластины тормоза уточной нити с пряжей, огибаю-

щей цилиндрический участок ситалловой накладки лапки тормоза [1]. Выделим участок контакта пряжи со стальной пластиной и ситалловой накладкой длиной $ds \rightarrow 0$, (рис. 1 – схема взаимодействия нити с деталями уточного тормоза: φ – угол охвата стальной пластиной ситалловой накладкой тормоза; T_0 – натяжение стальной пластины в зоне набегания на ситалловую накладку; T_1 – натяжение стальной пластины в зоне сбегания с ситалловой накладкой; ds – элементарный участок контакта нити со стальной пластиной, $ds \rightarrow 0$; v – скорость продольного движения нити; S – длина дуги контакта нити с нитепроводником; R – текущий радиус кривизны стальной пластины) и положим, что эпюра нормальных давлений в контакте пряжи и стальной пластины описывается следующей зависимостью (рис. 2 – схемы образования канавок изнашивания на стальной пластине тормоза уточной нити при различных вариантах распределения вероятности нахождения нити на данном участке: а) – начальный период изнашивания; б) – образование одной канавки изнашивания; в) – образование 2 канавок изнашивания):

$$p = p(x), \quad (1)$$

где $p(x)$ – величина нормального давления в зоне контакта; $p = \text{const}$ для данного участка контакта; d_n – ширина площадки номинального контакта пряжи с нитепроводником; полагаем d_n – равняется приближенно диаметру нити.

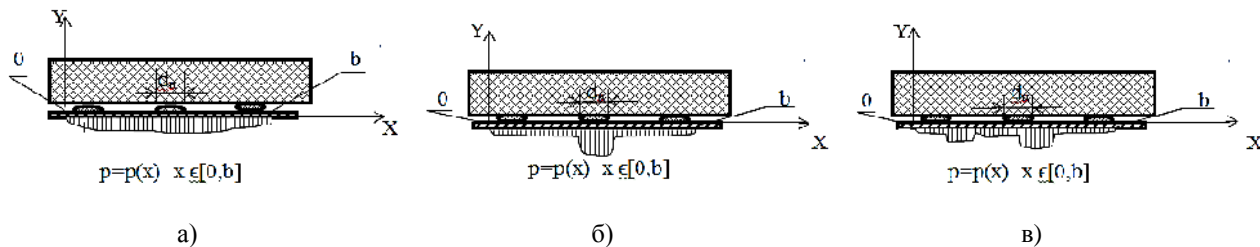


Рис. 2

Далее рассматриваем случайное поперечное перемещение нити по стальной пластине тормоза на участке контакта ds . Ширина контакта нити со стальной пластиной значительно превышает диаметр нити, потому что кроме продольного перемещения нить совершает поперечное колебательное перемещение [4] (рис. 2).

Так как нас интересует изнашивание стальной пластины тормоза, то для упрощения будем рассматривать только контакт во время прижима нити лапкой тормоза к стальной пластине, поскольку в это время изнашивание стальной пластины происходит наиболее интенсивно.

Положим, что ширина площадки контакта нити со стальной пластиной тормоза точной нити с учетом случайного поперечного движения – b , $b \gg d_n$, где d_n – диаметр нити (рис. 2). Положим, что вероятность p_i нахождения нити в какой-то зоне контакта со стальной пластиной рассчитывается по следующей формуле:

$$p_i = q_i / Q,$$

где q_i – время нахождения нити в данной зоне контакта с пластиной является функцией от координаты положения в зоне контакта, то есть $q_i = q(x)$ при $x \in [0, b]$. Соответственно $p_i = p(x)$ при $x \in [0, b]$; Q – общее время контакта нити с пластиной в период прижима нити к стальной пластине лапкой тормоза.

Известно, что ширина канавки износа нитепроводника и соответственно ширина фиксированного контакта нити с нитепроводником примерно равна диаметру нити d_n [2], [3]. Для удобства рассмотрения разобьем ширину контакта нити с пластиной на k площадок контакта шириной d_n .

Полагаем, с целью упрощения, $d_n = \text{const}$. С учетом предыдущей формулы получим:

$$\sum_1^k q_i = Q, \sum_1^k p_i = 1. \quad (2)$$

Переходя к бесконечно малым, то есть $d_n \rightarrow 0$, получаем:

$$\int_0^b q(x) dx = Q \text{ и } \int_0^b p(x) dx = 1.$$

Учитывая, что износ нитепроводящих деталей имеет абразивный характер, величина абразивного износа стальной пластины U_i на какой-то i -й площадке контакта, будет выражаться формулой:

$$U_i = n v_i q_i T / (R d_n), \quad (3)$$

где n – коэффициент износа; T/R – нормальное погонное давление в зоне контакта нити и стальной пластины тормоза на участке ds ; полагаем, что величина нормального погонного давления по всей ширине контакта b постоянна, то есть $R = \text{const}$. Отметим, что ранее [5] при рассмотрении взаимодействия пластины тормоза точной нити с другими деталями тормоза стальная пластина принималась гибкой связью; T – натяжение пластины на участке ds , $T = \text{const}$; R – радиус кривизны поверхности стальной пластины тормоза на данном участке в плоскости, проходящей через ось нити и нормальной к поверхности стальной пластины тормоза. Для определенности полагаем R по всей ширине контакта от 0 до b – постоянным, то есть $R = \text{const}$. Пренебрегая толщиной нити, полагаем, что R равен радиусу кривизны поверхности ситалловой накладке лапки тормоза на данном участке ds ;

$T/(Rd_n)$ – величина нормального давления в зоне контакта.

Как было показано ранее [2], [3], ширина контакта пряжи с деталью, совершающей только продольное перемещение, примерно равна диаметру нити d_n . Для определенности полагаем, что контакт по всей ширине постоянный, то есть $T/(Rd_n) = \text{const}$; v_i – скорость продольного движения нити на данном участке контакта. Полагаем, что v_i по всей ширине контакта от 0 до b постоянная, то есть $v_i = v = \text{const}$.

Из формул (2), (3) следует, что величина линейного износа стальной пластины тормоза точной нити прямо пропорциональна вероятности нахождения нити на данном участке пластины.

Переходя к бесконечно малым, то есть $q_i \rightarrow 0, \Rightarrow q_i = dQ$, получаем:

$$U = \int_0^b \frac{nvT}{Rd_n} dQ = \frac{nvT}{Rd_n} Q. \quad (4)$$

Из формулы (4) следует, что величина линейного износа стальной пластины тормоза точной нити на участке контакта шириной от 0 до b прямо пропорциональна общему времени контакта нити с пластиной в период прижима нити к стальной пластине лапкой тормоза Q , натяжению нити T , скорости продольного движения нити v , и обратно пропорциональна радиусу кривизны поверхности стальной пластины в плоскости, проходящей через ось нити и нормальной к поверхности стальной пластины тормоза.

ВЫВОДЫ

Разработана математическая модель начального периода изнашивания стальной пластины тормоза точной нити станка СТБ, которая необходима для расчета формы ситалловой накладки, обеспечивающей повышение износостойкости пластины.

1. *Кривошеина Е.В., Букалов Г.К.* Анализ изнашивания пластин уточного тормоза различными нитевидными продуктами при работе на станке СТБ [Электронный ресурс] // Электронный журнал "Научный вестник КГТУ". – 2013, № 1. – URL: <http://vestnik.kstu.edu>

2. *Балыш В.П.* Исследование изнашивания деталей льняной пряжей: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 1966.

3. *Балыш В.П.* Изнашивание нитенаправляющих деталей льняной нитью // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1965, № 4. С.145...151.

4. *Андреева В.С., Ефремов Е.Д.* О тормозе точной нити ткацкого станка СТБ // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1974, № 1. С. 65...68.

5. *Кривошеина Е.В., Букалов Г.К., Булатов В.В., Сусоева И.В.* Анализ изнашивания пластин тормоза точной нити станка СТБ // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 3. С.139...141.

REFERENCES

1. *Krivosheina E.V., Bukalov G.K.* Analiz iznashivaniya plastin utochnogo tormoza razlichnymi nitevidnymi produktami pri rabote na stanke STB [Elektronnyj resurs] // Jelektronnyj zhurnal "Nauchnyj vestnik KGTU". – 2013, № 1. – URL: <http://vestnik.kstu.edu>

2. *Balysh V.P.* Issledovanie iznashivaniya detalej l'njanoy prjazhej: Dis. ... kand. tehn. nauk. – Kostroma, 1966.

3. *Balysh V.P.* Iznashivanie nitenapravl'jajushhih detalej l'njanoy nit'ju // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1965, № 4. S. 145...151.

4. *Andreeva V.S., Efremov E.D.* O tormoze utochnoj niti tkackogo stanka STB // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1974, № 1. S. 65...68.

5. *Krivosheina E.V., Bukalov G.K., Bulatov V.V., Susoeva I.V.* Analiz iznashivaniya plastin tormoza utochnoj niti stanka STB // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 3. S.139...141.

Рекомендована кафедрой промышленной экологии и безопасности. Поступила 30.09.15.