

**ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ
НАТЯЖНОГО ГРУЗОВОГО ПРИБОРА (НГП)
ПУТЕМ УЧЕТА СВОЙСТВ НИТИ
И ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ДИСКОВ**

Г.К. БУКАЛОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Одной из быстроизнашивающихся нитепроводящих деталей текстильных машин является тормозной диск НГП. В связи с тем, что традиционно в целях повышения износостойкости нитепроводящих деталей применяются более износостойкие материалы, будет интересным выявить способы повышения износостойкости дисков, не связанные с применением более износостойких и, следовательно, более дорогих материалов, а опирающиеся на учет свойств текстильной нити.

Ранее в [1, (8)] получено выражение для износа диска НГП, взаимодействующего с нитью с выраженным шагом дефектов, которое далее будет использовано для получения выражения относительной износостойкости диска.

Полагаем, что диск вращается под действием движущейся нити и у нити существует только один шаг дефектов:

$$U = k[mD_0\omega^2 \sin(\omega t) + mg]Vt/(sC), \quad (1)$$

где k – коэффициент износа, зависящий от материала нити и детали, вида сопряжения, для данного сопряжения $k = \text{const}$; m –

масса груза, кг; D_0 – амплитудное значение изменения относительного среднего диаметра нити с шагом A (для данной нити полагаем $D_0 = \text{const}$), м; C – условно средний диаметр нити, м; ω – круговая частота прохождения дефектов нити через НГП с шагом A , 1/с:

$$\omega = (2\pi V)/A, \quad (2)$$

где V – скорость движения нити, м/с; t – текущее время движения нити, с; S – ширина контакта нити с диском НГП, м.

Из уравнения (1) следует, что износ диска имеет две составляющие: 1) линейно возрастающую во времени – $kmgVt/(sC)$ и 2) нелинейно возрастающую во времени $kmgVtD_0\omega^2 \sin(\omega t)/(sC)$.

Для облегчения сравнения величины износа тормозных дисков при различных значениях параметров перейдем к расчету относительной износостойкости ε . За эталонный износ примем величину равномерно распределенного износа участка диска, который получается при взаимодействии диска с нитью без дефектов. Выражение

для эталонного износа U_3 найдем из (1) при $D_0 = 0$:

$$U_3 = ngVt, \quad (3)$$

где $n = km/(sC)$ – постоянная для данного НПП и нити.

Уравнение для относительной износостойкости участков диска получим, используя (3) и (1):

$$\varepsilon = U_3/U = g/[D_0\omega^2 \sin(\omega t) + g]. \quad (4)$$

Как показано ранее в [1], число канавок на нитеконтактирующей поверхности торозного диска определяется числом шагов дефектов нити, проходящих через НПП за один оборот шайбы, которое вследствие действия эффекта самосинхронизации колебаний [2] будет постоянным целым числом.

Необходимо отметить, что наиболее существенным параметром, характеризующим износ диска, является максимальный локальный износ нитеконтактирующей поверхности дисков U_{\max} , или глубина канавки износа, потому что именно глубина канавки износа является параметром, определяющим момент выбраковки нитепровода. Ранее в [3] показано, что при достижении канавкой износа глубины, равной половине диаметра нити, резко возрастает обрывность. Максимальный локальный износ (глубина канавки износа) определяется из (1) при $\sin(\omega t)=1$:

$$U_{\max} = n[D_0\omega^2 + g]Vt. \quad (5)$$

В этом случае относительную износостойкость ε_1 дисков можно определить как отношение глубины канавки износа на диске при эталонном износе и при данном максимальном локальном износе. За эталонный износ вновь примем износ диска нитью с постоянным диаметром, равным C (то есть нитью без дефектов). Ясно, что в этом случае канавок на нитеконтактирующей поверхности диска не будет, так как не будет и периодически меняющегося

давления нити на диски. Выражение для относительной износостойкости ε_1 получим из (3) с учетом (5):

$$\varepsilon_1 = U_3/U_{\max} = g/(D_0\omega^2 + g). \quad (6)$$

Из (6) видно, что относительная износостойкость нитеконтактирующей поверхности дисков ε_1 обратно пропорциональна D_0 – амплитудному значению изменения относительного среднего диаметра нити и квадрату ω – круговой частоте прохождения дефектов нити. Учитывая прямо пропорциональную зависимость ω от скорости движения пряжи, можно сказать, что относительная износостойкость нитеконтактирующей поверхности дисков обратно пропорциональна квадрату линейной скорости движения нити.

Для получения зависимости относительной износостойкости дисков от величины дефектов нити перейдем к относительным величинам. Положим, что величина D_0 амплитудного значения изменения относительного среднего диаметра нити равняется yC , где y – положительный коэффициент, характеризующий относительные размеры дефектов нити, и что C – условно средний диаметр нити совпадает с расчетным диаметром нити, рассчитываемым по формуле из [4]:

$$C = 0,0357(\Pi/\sigma)^{1/2}, \quad (7)$$

где C – условно средний диаметр нити, м; Π – линейная плотность нити, текс; σ – объемный вес пряжи, мг/мм³.

Подставив (7) и (2) в (5), будем иметь

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= g/(D_0\omega^2 + g) = \\ &= g/[y0,0357(\Pi/\sigma)^{1/2}(2\pi V/A)^2 + g]. \end{aligned} \quad (8)$$

Анализируя уравнение (8) с учетом возможных числовых значений параметров, входящих в него, отметим следующее: наблюдается слабая зависимость относи-

тельной износостойкости ϵ_1 участков шайбы по длине окружности контакта с нитью от линейной плотности нити Π и от объемного веса пряжи σ ; наблюдается прямо пропорциональная зависимость относительной износостойкости ϵ_1 участков шайбы по длине окружности контакта с нитью от параметра u , характеризующего относительные размеры дефектов нити; наблюдается параболическая зависимость относительной износостойкости ϵ_1 участков шайбы по длине окружности контакта с нитью от скорости движения нити; наблюдается обратная параболическая зависимость относительной износостойкости ϵ_1 участков шайбы по длине окружности контакта с нитью от шага дефектов нити.

Представляет интерес выяснение влияния частоты вращения диска на его относительную износостойкость при трении скользящей нитью. Ясно, что если через НГП за один оборот дисков проходит не целое число дефектов, что возможно только при принудительном вращении дисков, то износ происходит в форме равномерно изнашивающейся поверхности. Однако практически сложно определять шаг дефектов нити, который может меняться, и корректировать частоту вращения дисков для получения износа в форме равномерно изнашивающейся поверхности. Поэтому рационально сделать оценку частоты вращения дисков сверху и снизу, то есть определить минимальную и максимальную частоту вращения дисков, при которой износ будет происходить в виде канавок. При этом на диске будет наибольшее число канавок износа при вращении дисков с минимальной частотой. А при вращении дисков с максимальной частотой на диске будет наименьшее число канавок износа.

Для определения минимальной частоты вращения дисков используем известное выражение из [1], определяющее максимальное количество канавок на диске, а именно:

$$X_{\max} = \pi N / C = \pi N / \left[0,0357 (\Pi / \sigma)^{1/2} \right]. \quad (9)$$

С другой стороны, также известно, что количество канавок износа равняется количеству дефектов нити, проходящих через НГП за один оборот дисков [1]:

$$X = v / \psi, \quad (10)$$

где X – число канавок износа на диске, целое число; v – частота прохождения дефектов нити через НГП, 1/с:

$$v = V / A; \quad (11)$$

ψ – частота вращения диска НГП, 1/с.

Если (9) подставить в (10), а полученное в (11), то после преобразований будем иметь выражение для минимальной частоты вращения диска при заданной скорости движения нити, при которой возникает максимально возможное количество канавок износа:

$$\psi_{\min} = V (\Pi / \sigma)^{1/2} \cdot 0,0357 / (\pi N A). \quad (12)$$

Максимальная частота вращения дисков, при которой образуется минимальное количество канавок износа (очевидно, одна канавка), после простых преобразований выглядит так:

$$\psi_{\max} = V / A. \quad (13)$$

Таким образом, получены формулы (12) и (13), ограничивающие зону значений частоты вращения дисков НГП, при которой износ происходит в виде канавок сверху ψ_{\min} и снизу ψ_{\max} .

При анализе уравнений (12) и (13) и учете возможных числовых значений параметров, входящих в уравнения, отметим следующее: зависимость максимальной и минимальной частоты вращения диска НГП от скорости движения нити имеет вид прямо пропорциональной зависимости; величина минимальной частоты вращения диска НГП слабо зависит от линейной плотности и от объемного веса пряжи; зависимость минимальной и максимальной частоты вращения диска НГП от величины шага дефектов нити и диаметра тормозно-

го контура H имеет вид обратно пропорциональной зависимости.

Очевидно, что при вращении диска с частотой, меньшей ψ_{\min} или большей ψ_{\max} (например, под действием специального привода), канавки износа сливаются между собой и изнашивание происходит с образованием равномерно изнашивающейся поверхности, то есть в первой форме.

Аналогичного эффекта можно достигнуть, если диск будет вращаться с частотой, не кратной частоте прохождения дефектов нити через НГП, что возможно осуществить также путем использования привода принудительного вращения дисков НГП.

Для расчета относительной износостойкости дисков, вращающихся с частотой, кратной и не кратной частоте прохождения дефектов нити через НГП, можно использовать выражение (6), поскольку, как отмечено выше, изнашивание при вращении дисков с частотой, не кратной частоте прохождения дефектов, происходит в виде равномерно изнашивающейся поверхности, то есть в той же форме, что и при изнашивании нитью без дефектов.

Реализация предложенного метода повышения износостойкости тормозных дисков НГП возможна, например, на сновальных машинах, уже имеющих привод вращения тормозных дисков. В этом случае возможно использование рекомендаций относительно фактической частоты вращения дисков, при которой износ происходит в виде равномерно изнашивающейся поверхности. Установка дополнительного привода вращения тормозных дисков, например, на мотальных машинах, может привести к дополнительному повышению надежности работы НГП за счет самоочистки.

ВЫВОДЫ

1. Теоретически получена зависимость относительной износостойкости дисков НГП от параметров нити.

2. Такие параметры нити, как скорость скольжения, шаг дефектов нити, размер дефектов существенно влияют на износостойкость дисков и их необходимо учитывать при проектировании НГП повышенной износостойкости. Скорость скольжения, шаг дефектов нити и др. также существенно влияют и на величину минимальной частоты вращения дисков НГП, при которой изменяется форма их износа.

3. Теоретически получены выражения, ограничивающие интервал значений частоты вращения дисков НГП, при которой износ происходит в виде канавок сверху ψ_{\max} и снизу ψ_{\min} .

4. Предложен метод повышения износостойкости дисков НГП, основанный на учете свойств текстильного сырья (шага дефектов нити, скорости ее движения и др.) и использовании специального привода для вращения дисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Букалов Г.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №4.
2. Блехман И.И. Что может вибрация. О вибрационной механике и вибрационной технике. – М.: Наука, 1988.
3. Худых М.И. Эксплуатационная надежность и долговечность оборудования текстильных предприятий. – М.: Легкая индустрия, 1980.
4. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение. Ч.2. – М.: Легкая индустрия, 1964.

Рекомендована кафедрой промышленной экологии и безопасности. Поступила 26.04.01.