

ния и предотвращающим образование свода. Прижимные ролики 3 предназначены для повышения эффективности резания сырья ножами режущего роторного вала установки для измельчения 4. В конструкции установки для измельчения предусмотрена возможность изменения скорости вращения вала с ножами для получения различной длины измельчаемого волокна. Формирование состава будущей теплоизоляционной плиты осуществляется в бункере, в котором к измельченному материалу добавляются связующий компонент, антисептик и огнезащитный состав и клей. В смесительном бункере 6 находится устройство подачи смеси клея и добавок 5. Установка для непрерывного формования 8 предназначена для получения исходной полосы теплоизоляционного материала и состоит из трех зон (зоны захвата, зоны прессования и зоны калибровки). В установке для формования на ленту накладывается армирующая сетка, раскручивающаяся с двух барабанов 7, установленных рядом с захватывающим зевом, что обеспечивает необходимую механическую прочность плиты. После формования на плиту посредством барабана 9 наносится алюминизированная пленка, которая увеличивает эффективность процесса сушки, уменьшает время сушки и создает термо-влажностный слой. Проходящий через сушильную печь транспортер 10 осуществляет непрерывную подачу теплоизоляционной полосы в сушильную камеру проходного типа 11, которая обеспечивает термофиксацию исходной полосы теплоизоляционного материала, поступающей из установки для формования. В установке для поперечной резки 12 происходит разделение исходной полосы материала и формирование готовой продукции — теплоизоляционной плиты нужного размера.

#### Выводы

Необходимо развивать возможности использования льна в строительной отрасли в качестве тепло- и звукоизоляционного материала. Теплоизоляционные плиты из отходов льна изготавливаются с применением современных технологий, обеспечивают существенную экономию энергии, расходов на отопление и защиту окружающей среды. Ключевой особенностью проектируемой линии является ее мобильность. Это снижает затраты на транспортировку исходного сырья и содержание производственных площадей, сокращает энергетические расходы и количество обслуживающего персонала.

УДК 531.3

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УДАРНОЙ НАГРУЗКИ НА РЕЖИМЫ СТАЦИОНАРНОГО ДВИЖЕНИЯ ГИБКОЙ НЕРАСТЯЖИМОЙ НИТИ НА ВРАЩАЮЩЕМСЯ ШКИВЕ**

**В.В. Абазовский, В.Н. Сакевич, А.В. Щелкунов**

*УО «Витебский государственный технологический университет»*

Рассмотрим задачу о стационарном контурном движении гибкой нерастяжимой замкнутой нити, переброшенной через вращающийся шкив, как показано на рисунке 1. Движение происходит в вертикальной плоскости, длина нити  $l$ . Представляет интерес исследовать поведение нити, когда нить внезапно застревает между шкивом и прижимным роликом вследствие имеющегося на ней местного утолщения. Точное решение поставленной задачи в общем случае невозможно вследствие математических трудностей, обусловленных геометрической формой нити.

Остановимся на приближенном решении задачи, предположив, что с достаточной степенью точности будем считать, что контурное движение осуществляется по окружности.

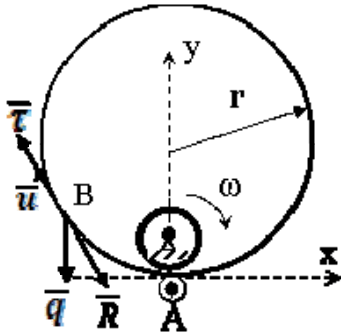


Рисунок 1 – схема движения гибкой нерастяжимой замкнутой нити

Пусть нить прижимается к вращающемуся с постоянной угловой скоростью  $\omega$  шкиву роликом А, причем размерами ролика и шкива в сравнении с радиусом  $r$  окружности контурного движения нити можно пренебречь. Вне контакта со шкивом к нити приложены следующие силы, отнесенные к единице длины: сила тяжести  $q = m_0 g$ , где  $m_0$  – линейная плотность нити, и сила сопротивления движению  $R$ . Будем считать, что вектор  $R$  в каждой точке направлен по касательной к нити и постоянен по величине. Дуговую координату  $s$  будем отсчитывать от точки А по направлению движения нити. Дифференциальные уравнения в случае контурного стационарного движения нити приведены в работе [2].

Для нерастяжимой нити дифференциальные уравнения движения для динамической составляющей натяжения  $T_d$  имеют вид [1]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 T_d}{\partial s^2} - \frac{T_d}{r^2} &= 0; \\ \frac{1}{T_d} \frac{\partial}{\partial s} \left( \frac{T_d^2}{r} \right) &= m_0 \varepsilon_3 \\ \frac{T_d}{r \dot{r}} &= -m_0 \varepsilon_2. \end{aligned} \quad (1)$$

Остановимся на приближенном решении задачи, предположив, что нить принимает форму окружности радиуса  $r$ . В этом случае можно написать  $s = r\theta$ , и поэтому  $\partial^2 T_d / \partial s^2 = \partial^2 T_d / r^2 \partial \theta^2$ . Используя первое уравнение (1), получим

$$\partial^2 T_d / \partial \theta^2 = T_d. \quad (2)$$

Уравнение (2) имеет общее решение  $T_d = C_1 e^\theta + C_2 e^{-\theta}$ .

Для определения полного натяжения нити воспользуемся выражением, полученным в работе [2] для статического натяжения  $T_s$  нити при стационарном контурном движении, которое было непосредственно перед рывком.

$$T_s = m_0 u^2 - R\ell/2 + R \cdot s + q \cdot y. \quad (3)$$

Таким образом полное натяжение нити в момент рывка равно

$$T = m_0 u^2 - R\ell/2 + R \cdot s + q \cdot y + C_1 e^\theta + C_2 e^{-\theta}. \quad (4)$$

Произвольные постоянные  $C_1$  и  $C_2$  найдем из условий, что при  $s = \ell$  натяжение  $T = 0$ , так как нить внезапно застревает между шкивом и прижимным роликом, а второе условие означает, что при  $s = 0$  скорость нити до удара и после удара направлена по оси  $x$ , а по оси  $y$  скорость  $V_{y(s=0)} = 0$ .

$$T_{d_{s=\ell}} = 0, \quad V_{y(s=0)} = 0 = T/m_0 r. \quad (5)$$

Из первого условия имеем

$$m_0 u^2 + R\ell/2 + C_1 e^{2\pi} + C_2 e^{-2\pi} = 0 \quad (6)$$

Из второго условия следует, что  $T_{s=0} = 0$ .

$$m_0 u^2 - R\ell/2 + C_1 + C_2 = 0. \quad (7)$$

Решая уравнения (6) и (7) с учетом порядков величин  $e^{2\pi}$  и  $e^{-2\pi}$ , получим  $C_1 = 0$ ,  $C_2 = 0.5R\ell - m_0 u^2$ . С учетом найденных значений  $C_1$  и  $C_2$  приходим к следующему решению:

$$T = R \cdot s + q \cdot y + (m_0 u^2 - 0.5 R \ell)(1 - e^{-\theta}) \quad (8)$$

Дополнительным необходимым условием существования равновесных форм нити [3] (кроме независимости всех величин от времени) является положительность натяжения, т. е.  $T > 0$ . Согласно формуле (8) при  $s = 0$   $T = 0$  и в этот момент, когда нить внезапно застревает между шкивом и прижимным роликом, форма нити становится неустойчивой.

Следует отметить, что в процессе проведения эксперимента для нитей, имеющих местное утолщение площади поперечного сечения, получить устойчивые стационарные режимы контурного движения не удалось.

#### Список использованных источников

1. Щедров, В. С. Основы механики гибкой нити / В. С. Щедров. – Москва : Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1961. – 172 с.
2. Сакевич, В. Н. Исследование режимов стационарного движения гибкой нерастяжимой нити на вращающемся шкиве / В. Н. Сакевич, А. В. Щелкунов // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2009. – №17. – С. 78-83.
3. Светлицкий, В. А. Механика гибких стержней и нитей / В. А. Светлицкий. — Москва : Машиностроение, 1978. – 222 с.

УДК 685.341.83 : 539.3 / 6

## МЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ЖЕНСКОЙ ОБУВИ

*Т.М. Борисова, Г.Н. Федосеев*

*УО «Витебский государственный технологический университет»*

Низ женской обуви включает в себя два силовых элемента: геленок и каблук, образующие упругую раму (рисунок 1). На том же рисунке изображена схематизация каблука, данная в разрезе. Поперечное сечение каблука изменяется по длине подобно начальному сечению, диаметр осевого канала постоянный. Изгибная жёсткость сечения представляется в виде

$$EI = (m + nz)^4 - l^4, \quad (1)$$

так как осевой момент инерции сечения пропорционален четвёртой степени его поперечного размера.

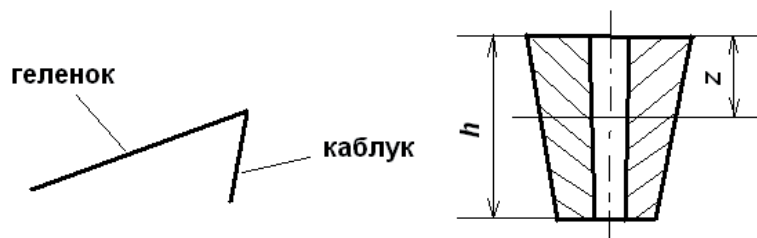


Рисунок 1 – Упругая рама низа женской обуви

Под давлением стопы каблук плотно прилегает к опорной поверхности – можно считать, что его нижний конец зашцеplён (рисунок 2).