

давления на тело. Поскольку изделие оказывает на тело определенное давление, оно по медицинской терминологии относится к классу компенсационных и должно оказывать давление на тело в пределах от 3,3 до 6,6 кПа. Расчеты с учетом этих данных показывают, что изготовленное изделие без изменений может быть пригодно для использования женщинами всех ростов с обхватом бедер до 96 см и мужчинами с фигурами в диапазоне: от роста 152см и обхвата талии 92см до роста 182см и обхвата талии 72см. При построении размерных сеток не учитывается индивидуальное строение ноги (обмерные данные ног берутся из действующей ТНПА). Хотя большинство спортсменов, принявших участие в опросе, имеют спортивный разряд, явной зависимости между разрядом и увеличением обхвата бедра не выявлено. Для выявления связи между изменением фигуры и конкретным видом спорта количество анкетированных слишком мало.

Для удовлетворения спроса остальных полнотных групп необходимо использовать оборудование с большим диаметром игольницы и, кроме этого, испытывать получаемые изделия при больших нагрузках.

Результаты работы показывают, что на имеющемся парке трикотажного оборудования возможно получение фиксирующих спортивных изделий с хорошими функциональными параметрами. Для повышения покупательского спроса необходимо проводить более широкое анкетирование пользователей и использовать исходное сырье с широким диапазоном линейных плотностей. Используемая технология является универсальной и позволяет, во-первых, изготавливать целый ряд фиксирующих изделий (наколенники, голеностопы, налокотники); во-вторых, данный ассортимент пользуется значительным спросом, и вновь полученные изделия без продольного шва могут составить конкуренцию импортным аналогам.

Список использованных источников

1. Спортивная медицина // Учебник для институтов физической культуры. - М.: Физкультура и спорт, 1987.- 326 с.
2. Полиевский, С. А. Гигиена спортивной одежды и снаряжения / С. А. Полиевский. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – 284 с.
3. Филатов, В. Н. Упругие текстильные оболочки / В. Н. Филатов. – М. : Легпромбытиздат, 1987. – 248 с.

SUMMARY

Was elaborated elastic knitted unit for sportsmen's for prophylaxis muscle damages. It contains as natural as synthetic materials. Theoretical calculations of pressure level demonstration, that one size of the article may be used for men and women. The knitting machine opportunities allows to manufacture full range of similar goods. This unit may be competition to foreign goods.

УДК 677.026.4: 677.021.17

ОЦЕНКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ

А.В. Локтионов, С.В. Жерносек

Применение отходов текстильной промышленности позволяет решить проблемы рационального использования сырья, создания практически безотходных технологий, расширения ассортимента текстильных изделий и области применения нетканых полотен, уменьшения экономических потерь от накопления отходов, а

также решения экологических проблем, связанных с их хранением и утилизацией [1].

Необходимо дальнейшее совершенствование технологического процесса производства нетканых материалов, в частности, такого этапа, как кардочесание, при котором происходит разделение комплексов волокон на отдельные волокна, удаление сорных примесей и пороков, смешивание волокон и выравнивание волокнистого потока. Для получения качественного прочеса отходов необходимо исследовать исполнительные механизмы, осуществляющие переход волокон с приемного барабана на главный [2].

На рис. 1 представлена расчетная схема сил, действующих на волокно. Подвижная система координат (XOY) связана с вращающимся приемным барабаном 1. Движущееся волокно массы m рассматриваем как материальную точку M , текущие координаты которой определяются из выражений $x = \rho \sin \delta$, $y = \rho \cos \delta$, где ρ – радиус-вектор точки M , δ – угол между радиус-вектором точки M и осью OY .

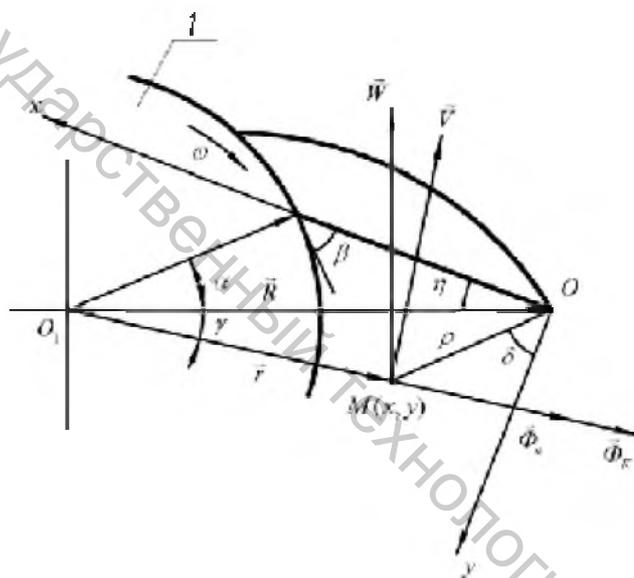


Рисунок 1 – Расчетная схема сил, действующих на волокно (точка М)

Дифференциальные уравнения относительного движения точки M для процесса кардочесания в проекции на оси координат XOY

$$\begin{cases} m\ddot{x} = W_x + \bar{\Phi}_{ex} + \bar{\Phi}_{kx}, \\ m\ddot{y} = W_y + \bar{\Phi}_{ey} + \bar{\Phi}_{ky}, \end{cases} \quad (1)$$

где $\sum \bar{F} = \bar{W}$ – сила давления воздушного потока; $\bar{\Phi}_e$ – переносная сила инерции; $\bar{\Phi}_k$ – сила инерции Кориолиса.

Давление воздушного потока \bar{W} находим из условия удержания волокна зубьями приемного барабана. На рис.2 $F_{mp} = \mu N$, где μ – коэффициент трения волокнистой массы о переднюю поверхность зуба гарнитуры; N – реакция передней поверхности зуба на волокнистую массу.

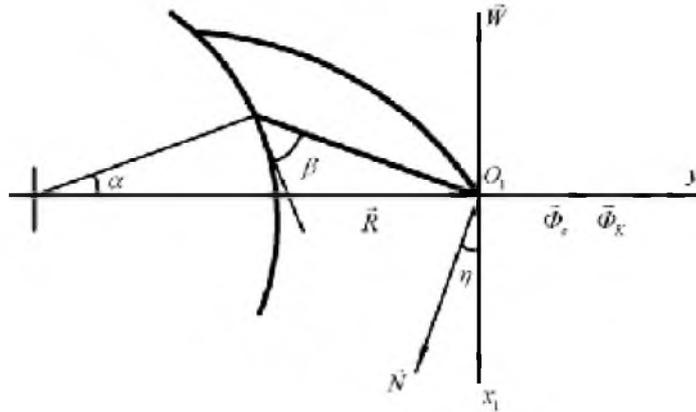


Рисунок 2 – Расчетная схема сил, действующих на зуб гарнитуры

При изучении процесса перехода волокон с главного на приемный барабан получена система дифференциальных уравнений, учитывающая зависимости координат x и y по оси зуба от угловой скорости ω приемного барабана, угла η , образуемого координатными осями, связанными с зубом и барабаном, коэффициента трения волокнистой массы μ о переднюю поверхность зуба гарнитуры и радиуса R вершины зуба гарнитуры [2]:

$$\begin{cases} \ddot{x} + 2\omega\dot{x} = \omega^2 x \cos \eta \sin \eta + \omega^2 y \cos^2 \eta + A, \\ \ddot{y} + 2\omega\dot{y} = \omega^2 y \cos \eta \sin \eta + \omega^2 x \sin^2 \eta + B, \end{cases} \quad (1)$$

где

$$A = -\frac{\mu\omega^2 R}{\sin \eta + \mu \cos \eta}, B = \frac{\omega^2 R}{\sin \eta + \mu \cos \eta}. \quad (2)$$

При решении системы дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами (1) выполняются сложные математические расчеты по определению четырех постоянных интегрирования [2]. Необходимо разработать более простой и эффективный метод решения уравнений (1). Поэтому целесообразно иметь метод расчета кинематических механизмов, который позволил бы избежать сложных математических операций, в частности, нахождение постоянных интегрирования и получить математические модели рассматриваемого процесса, оценить степень влияния различных параметров оборудования (угол поворота, геометрия рабочих органов) и коэффициентов трения различных текстильных отходов на движение волокна. Предлагается метод с использованием преобразований Лапласа, который удобен тем, что позволяет перейти от операции интегрирования к умножению, что значительно упрощает решение громоздких уравнений, в том числе и на ЭВМ.

Преобразованием Лапласа – это соотношение, ставящее функции вещественного переменного $x(t)$ в соответствие функцию комплексного переменного $X(s)$, где $s = \sigma + j\psi$ – комплексная переменная:

$$X(s) = L\{x(t)\},$$

где L – оператор Лапласа. При этом функция $x(t)$ называется оригиналом, а функция $X(s)$ – изображением.

Поскольку движение волокна определяется изменением координат X и Y во времени, положим, что в начальный момент времени волокно находится в точке с координатами $X = 0, Y = 0$. Входным параметром является координата Y , отражающая процесс растаскивания, а перемещение волокна по зубу задается, как

выходной параметр, координатой X . Кардочесание осуществляется в процессе движения волокна по зубу.

По свойству о дифференцировании оригинала, дифференцирование функций \ddot{x} и \ddot{y} сводится к умножению функций $W1$ и $W2$ на комплексные переменные. После алгебраических преобразований система дифференциальных уравнений (1) имеет вид

$$\begin{cases} W1 = \frac{L^2 + 2\omega L - \omega^2 \cos \eta + \frac{\mu \omega^2 R}{\mu \cos \eta + \sin \eta}}{\omega^2 \cos^2 \eta}, \\ W2 = \frac{\omega^2 \sin^2 \eta}{L^2 + 2\omega L - \omega^2 \cos \eta \sin \eta - \frac{\omega^2 R}{\mu \cos \eta + \sin \eta}}. \end{cases} \quad (3)$$

Передаточные функции $W1$ и $W2$ в форме изображений Лапласа представляют дифференциальные уравнения, которые связывают текущие координаты X и Y материальной точки – элемента волокна [3]. Координаты X и Y определяются из уравнений [4]

$$X = \frac{W2}{1 - W1 \cdot W2}; Y = \frac{W1}{1 - W1 \cdot W2}. \quad (4)$$

Чтобы принятая математическая модель рассматриваемого процесса в виде (3) и (4) являлась адекватной, необходимо выделить область или множество (доверительный интервал), которое состоит лишь из тех значений выходных параметров изучаемой системы, погрешность которых не превышает предельно допустимых. Для этого целесообразно сужать интервал времени, который непосредственно отражает изучаемый физический процесс. Процесс кардочесания характеризуется высокой интенсивностью. Силы, действующие очень короткий промежуток времени, в механике корректно рассматривать как силы, действующие мгновенно, но имеющие конечный импульс. При аналитическом описании силы представлены в виде импульсной функции, рассматриваемой в короткий промежуток времени. Выделим массу m непрерывно движущегося волокна, сосредоточенную в точке M пространства R_n . Начало координат совместим с положением точки M в начальный момент времени. Тогда силы, действующие на волокно, будут приложены в точке M . Их поведение в окрестности точки M представлено кусочно-непрерывной функцией σ_1 , действующей в промежуток времени t от 0 до h , а в остальных случаях равной нулю [5].

При $h \rightarrow 0$ функция $\delta(t)$ определяется как предел функции $\sigma_1(t, h)$:

$$\delta(t) = \lim_{h \rightarrow 0} \sigma_1(t, h). \quad (5)$$

Функция $\delta(t)$ отражает характер действия мгновенных сил, приложенных к точке M в короткий промежуток времени взаимодействия волокна и поверхности зуба. Данная функция является обобщенной, и ее нельзя рассматривать как функцию, заданную общим определением математического анализа [5, 6].

После подстановки уравнений (3) и (4) с учетом (5) в математический пакет MAPLE получены координаты X и Y при $t \rightarrow 0$

$$\begin{aligned} x(t) &= 0,092 \sinh(-54,172t) e^{-4,49t}, \\ y(t) &= 0,08 \cdot \delta(2, t) + 0,718 \cdot \delta(1, t) - \\ &- 6379,171 \sinh(-54,172t) e^{-4,49t} + 190,785 \cdot \delta(t). \end{aligned} \quad (6)$$

При решении приняты следующие расчетные параметры (рис. 1, 2): высота зуба пильчатой гарнитуры – 40 мм; угол наклона передней грани $\beta - 60^{\circ}$; радиус вершин зуба гарнитуры $R - 103$ мм; угол η между вектором \vec{N} и осью $O_1X_1 - 28^{\circ}50'$, угловая скорость приемного барабана $\omega - 4,49 \text{ с}^{-1}$, коэффициент трения волокнистой массы о переднюю поверхность зуба гарнитуры $\mu - 0,7$.

Уравнения (6), характеризующие процесс кардочесания, имеют достаточно простой вид по сравнению с решением системы дифференциальных уравнений (1) второго порядка с постоянными коэффициентами. Установлено, что функция $Y(t)$ возрастает несколько медленнее, чем функция $X(t)$. При этом волокно стремится оторваться от гарнитуры приемного барабана – значительно снижается интенсивность взаимодействия гарнитуры с волокном и, как следствие, интенсивность кардочесания волокнистых отходов в зоне приемного барабана.

Решая систему уравнений (6), получим уравнение траектории $s(t)$ при движении материальной точки M (волокна), которое имеет вид

$$s(t) = 0,08 \cdot \delta(2,t) + 0,718 \cdot \delta(1,t) + 6379,171 \cdot \sinh(54,172 \cdot t) \cdot \exp(-4,49 \cdot t) + 190,786 \cdot \delta(t). \quad (7)$$

Дифференцируя уравнения (6), получим проекции скорости и ускорения точки M на оси координат. Установлено, что траектория движения точки M представляет собой возрастающую функцию, проходящую через точку $(0,0)$ и близкую к прямой. Зависимость $v(t)$ представляет часть параболы. Вначале зависимость $v(t)$ является убывающей – скорость точки M несколько уменьшается. В начальный промежуток времени существенное влияние оказывают силы трения волокна о металлическую поверхность зуба. Волокно при взаимодействии с зубом приобретает значительную кинетическую энергию, выбрасывается из зоны разволокнения и с ускорением направляется в приемную зону [2].

Исследованиями установлено, что в начальный момент времени ускорение волокна $a_0 = 3 \text{ мм} / \text{с}^2$, а функция $a(t)$ за короткий промежуток времени убывает до нуля (точка излома при $t = 0,003$ с) и начинает возрастать. В промежуток времени t от 0 до 0,003 с волокно скользит по поверхности зуба, силы трения стремятся удержать волокно. Максимального значения сила трения \bar{F}_{mp} достигает в момент времени $t = 0,003$ с. Под действием значительного запаса энергии волокно сходит с зуба, силы трения перестают оказывать влияние на движение волокна. Скорость и ускорение возрастают и материальная точка M (волокно) удаляется с поверхности зуба. На движение волокна при кардочесании влияют возникающие в зоне взаимодействия силы трения. В процессе кардочесания при увеличении угла η силы трения возрастают. Силы трения зависят не только от физических свойств соприкасающихся тел, но и от геометрических параметров зуба, в частности от угла η .

ВЫВОДЫ

1. Дифференциальные уравнения второго порядка с использованием постоянных интегрирования для расчета кинематических параметров исполнительных механизмов при переработке текстильных отходов имеют громоздкий вид, и необходимы сложные математические преобразования для составления программы их расчета на ЭВМ.

2. Расчет кинематических параметров исполнительных механизмов при переработке текстильных отходов с использованием преобразований Лапласа позволяет избежать сложных математических операций по нахождению постоянных интегрирования, разработать математические модели рассматриваемого технологического процесса и оценить степень влияния различных параметров оборудования (угла поворота, геометрии исполнительных механизмов) и коэффициентов трения текстильных отходов на движение волокна.

3. Применение обобщенной δ -функции при рассмотрении доверительного интервала численных значений кинематических параметров исполнительных механизмов позволяет заменить силы их импульсными аналогами, что упрощает расчетную схему и решение системы дифференциальных уравнений второго порядка.

4. Для улучшения технологического процесса переработки текстильных отходов результаты исследований могут быть использованы при разработке и совершенствовании конструкции исполнительных механизмов, осуществляющих процесс кардочесания.

Список использованных источников

1. Жерносек, С. В. Оценка и перспективы использования сырья в производстве нетканых материалов / С. В. Жерносек, А. В. Локтионов // Межвузовская научно-техническая конференция аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (ПОИСК-2009). Сборник материалов. Ч. 1. – Иваново, «ИГТА», 2009. – С.14-15.
2. Локтионов, А.В. Динамика взаимодействия игл гарнитуры с волокнистыми отходами в процессе кардочесания / А. В. Локтионов, В. Г. Буткевич, Т. А. Мачихо // Вестник Полоцкого государственного университета «Фундаментальные науки». – 2004. – №11. – С. 98-102.
3. Жерносек, С. В. Применение дельта-функции при переработке текстильных отходов / С. В. Жерносек, А. С. Соколова, А. В. Локтионов // Тезисы докладов XLII научно-технической конференции преподавателей и студентов университета. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – С. 41-42.
4. Цыпкин, Я. З. Основы теории автоматического управления. / Я. З. Цыпкин. – М.: «Наука», 1977. – 560 с.
5. Ершова, В. В. Импульсные функции. Функции комплексной переменной. Операционное исчисление / В. В. Ершова ; под ред. В. И. Азаматовой. – Минск : «Вышэйш. школа», 1976. – 256 с.
6. Владимиров, В. С. Обобщенные функции в математической физике / В. С. Владимиров.– Изд-е 2-е, испр. и дополн. Серия: «Современные физико-математические проблемы». – Москва : «Наука», 1979. – 320 с.

*Ткачева,
Г.Б. Склярова*

SUMMARY

Estimation of kinematic parameters of the actuators while textile waste processing is given, the dynamics of interaction between needle sets with fibrous waste while carding is investigated, the calculation of kinematic parameters of the actuators is stated in the work.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЗАМАСЛИВАТЕЛИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ АРАМИДНОЙ НИТИ

УДК 677.494.676.766.5

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЗАМАСЛИВАТЕЛИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ АРАМИДНОЙ НИТИ

*М.П. Михайлова, Л.В. Ткачева,
И.В. Слугин, А.И. Каширин, Г.Б. Склярова*

В связи с развитием направления в России по применению высокопрочных термостойких арамидных волокон для изготовления спецодежды работников различных отраслей хозяйства нити серии Русар привлекают большое внимание специалистов.

Наряду со спецзаказами Минатома, Министерства обороны и МЧС имеется значительная потребность гражданских отраслей промышленности для защиты