

разрабатывают ученые совместно с военными специалистами.

Военные инженеры Австралии разработали текстильный материал, содержащий фотоэлектрический модуль Sliver – это элемент солнечной батареи удельной мощностью 140 Вт/м<sup>2</sup>, выполненный на чрезвычайно тонкой и гибкой кремниевой пластине.

Лаборатория оборонной науки и технологий Великобритании представила свой вариант военной одежды с солнечными элементами под названием «Солнечный солдат». Он разработан в сотрудничестве сразу с несколькими университетами Великобритании. Проект «Солнечный солдат» комбинирует солнечные фотоэлектрические элементы с термоэлектрическими устройствами, чтобы обеспечить солдата круглосуточным электропитанием.

В Нидерландах представлен прототип платья и пальто с интегрированными солнечными элементами для повседневной носки. Одежду разработала дизайнер Полин ван Донген, а солнечные панели для нее – специалист по аккумуляторам энергии Герт Ян Йонгерден. Пальто имеет крылышки со встроенными гибкими солнечными элементами, которые можно развернуть, когда светит солнце. Эту одежду на коммерческой основе соорудило голландское агентство Gelderland Valoriseert при участии студентов Университета прикладных наук города Неймеген. Прототип показал хорошую работу в рамках поставленной задачи: солнечный элемент одежды позволял заряжать мобильный телефон в течение часа и имел доступную цену, оказался комфортным в эксплуатации, износостойким. Дальнейшие исследования посвящены увеличению мощности прототипа и оценке конкурентоспособности модели для массового производства [6].

Как видно из приведенной информации, в настоящее время разработка текстильных материалов с терморегулирующими свойствами ведется по нескольким направлениям. Материалы позволяют не только сохранять тепло и комфортные климатические условия в пододежном слое, но и выполнять дополнительные функции, в том числе связанные с выработкой электроэнергии или охлаждением некоторых участков одежды.

#### Список использованных источников

1. Лобацкая, Е. М. Анализ требований тепловых свойств одежных текстильных материалов / Е. М. Лобацкая, С. С. Гришанова, А. П. Черткова // 53-я Международная научно-техническая конференция преподавателей и студентов. В 2 т. Т.2 / УО «ВГТУ». – Витебск, 2020. – С. 255-257.
2. Одежда с заданными свойствами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gemmairimmobiliare.ru/odezhda-s-zadannymi-svoystvami>. – Дата доступа: 08.05.2021.
3. Ткани будущего одежда будущего [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uipnz.ru/tkani-budushchego-odezhda-budushchego>. – Дата доступа: 08.05.2021.
4. Инновационные ткани будущего [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://integral-russia.ru/2016/08/28/innovatsionnye-tkani-blizhajshhego-budushhego>. – Дата доступа: 08.05.2021.
5. Ученые создают терморегулирующую ткань [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.furniturehomewares.com/2019-02-26-temperature-regulating-fabric-university-of-maryland>. – Дата доступа: 20.04.2021.
6. Одежда будущего появилась ткань [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://open-dubna.ru/nauka/113-odezhda-budushchego-poyavilas>. – Дата доступа: 20.04.2021.

УДК 677.017.4:531

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ РАВНОВЕСИЯ И НАТЯЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ НИТИ НА КОНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

*Богачева С.Ю., к.т.н., доц., Белоусова Е.Г. студ.*

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина,  
г. Москва, Российская Федерация*

*Реферат. В работе рассмотрено равновесие гибкой однородной нерастяжимой нити, весом которой можно пренебречь. Нить огибает шероховатую поверхность кругового*

конуса, к свободному концу нити приложена некоторая сосредоточенная сила. Получено аналитическое уравнение для случая взаимодействия невесомой гибкой нити с шероховатой конической круговой поверхностью при действии на нее внешней нагрузки.

Ключевые слова: гибкая нить, натяжение, радиус кривизны, нормальное давление, шероховатая поверхность, сила трения, сосредоточенная сила, уравнение равновесия.

Основная часть процессов текстильного производства основана на механическом воздействии на волокна и нити. Такое воздействие может сопровождаться повреждениями текстильного полуфабриката, которые имеют негативные технико-экономические последствия. Регулирование сил, воздействующих на волокна, позволит качественно улучшить процессы их переработки. В текстильной технике и технологии широко применяются механизмы, в которых нить огибает гладкие или шероховатые поверхности. В работе рассмотрено равновесие гибкой однородной нерастяжимой нити, весом которой можно пренебречь, огибающей шероховатую поверхность кругового конуса по геодезической кривой. К свободному концу нити приложена некоторая сосредоточенная сила.

Однородная нерастяжимая нить (рис. 1) огибает шероховатую поверхность кругового конуса 2 по окружности, перпендикулярной оси конуса. Угол наклона образующей конуса к его оси равен  $\alpha$ . Коэффициент трения нити на поверхность конуса  $k$ . К концу А нити прикреплен груз 1 весом  $P$ , Н. В работе стояло целью составить аналитическое уравнение равновесия и определить натяжение в точке С для уравнивания системы. Вся изучаемая часть нити была разбита на характерные участки, для составления соответствующих уравнений равновесия: груз 1, свободный участок АВ, участок ВС на шероховатой поверхности конуса. Приняли, что натяжение в точке А нити больше, чем натяжение в точке С.

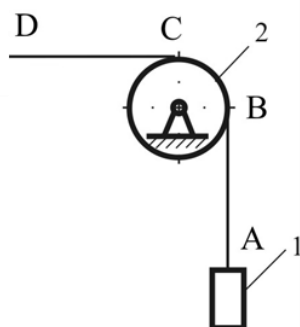


Рисунок 1 – Схема расположения нити

При рассмотрении условий равновесия груза 1, закрепленного в точке А нити (рис. 2) получено следующее равенство

$$T_A = P. \quad (1)$$



Рисунок 2 – Равновесие груза

При рассмотрении условий равновесия участка АВ нити (рис. 3) получено равенство (2), поскольку натяжение невесомой прямолинейной нити одинаково в каждой точке нити.

$$T_B = T_A \quad (2)$$

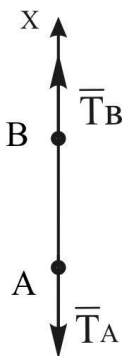


Рисунок 3 – Равновесие участка АВ нити

Рассматривая равновесие нити шероховатой поверхности конуса 2 (рис. 4), начало отсчета дуговой координаты совместили с точкой В. За положительное направление отсчета дуговой координаты приняли направление против хода часовой стрелки. Силу трения  $\bar{F}_{тр}$  направим в касательной плоскости в сторону убывания натяжения. Нормаль к нити направим к центру кривизны нити СВ, перпендикулярно оси  $OO_1$  конуса. Нормаль к поверхности конуса направлена перпендикулярно образующей  $O_1M$ . Нормальное давление  $\bar{N}$  направим по нормали к поверхности, в противоположную сторону. В данном случае угол геодезического отклонения  $\Theta$  между нормальми равен углу наклона  $\alpha$  образующей  $O_1M$  к оси  $OO_1$  конуса, как углы, образованные взаимно перпендикулярными сторонами. Радиус кривизны нити  $\rho$  равен радиусу рассматриваемой окружности конуса  $R$ .

При отсутствии активных сил ( $P=0$ ) для равновесия нити на шероховатой поверхности, необходимо, чтобы коэффициент трения нити был не меньше угла геодезического отклонения  $k \geq tg\Theta$ , так как  $\Theta = \alpha$ , то  $k \geq tg\alpha$ .

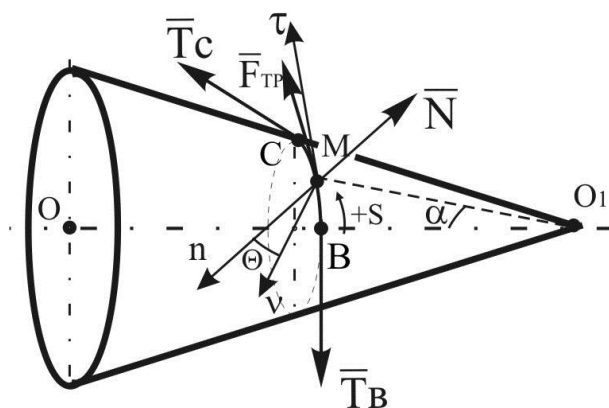


Рисунок 4

Для натяжения точек нити должно соблюдаться условие:

$$T_B > T_C \geq T_B \cdot e^{-\int_B^C \chi ds} \quad (3)$$

где  $\chi = \frac{\sqrt{k^2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha}}{\rho}$  - постоянная величина.

Вычисляя

$$\int_B^C \chi ds = \chi \int_B^C R d\varphi = \chi R (\varphi_C - \varphi_B)$$

и учитывая, что  $\rho=R$  и запишем условие равновесия нити на круговом конусе:

$$T_B \geq T_C \cdot e^{-\sqrt{k^2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha} (\varphi_C - \varphi_B)} \quad (4)$$

В работе составлена система уравнений равновесия и получено уравнение, описывающее изменение силы натяжения гибкой нити, лежащей на поверхности конической формы, в зависимости от дуговой координаты при действии на нее произвольной внешней нагрузки и поля сил трения. Получено аналитическое решение этого уравнения для случая взаимодействия невесомой гибкой нити с шероховатой конической круговой поверхностью при действии на нее внешней нагрузки.

Список использованных источников

1. Меркин, Д. Р. Введение в механику гибкой нити. – М. : Наука, 1980. – 240 с.
2. Ключкова, Г. М. Методическая разработка. Применение теории гибкой нити к решению инженерных задач. – М. : РИО МГТУ им. А.Н. Косыгина, 1993. – 75 с.

УДК 677.022:519.876.5

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ХАОТИЧЕСКОГО СМЕШИВАНИЯ

**Севостьянов П.А., д.т.н., проф., Самойлова Т.А., к.т.н., доц.**

*Российский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,  
г. Москва, Российская Федерация*

Реферат. В статье рассмотрен процесс хаотического перемешивания компонентов в смесовой машине. Авторами была построена компьютерная имитационная модель данного процесса и проведены эксперименты с ней, что позволило оценить чувствительность результатов моделирования к распределению участвующих в модели случайных величин.

Ключевые слова: смешивание, моделирование, компьютерная модель, закон распределения.

Рассматривается хаотическое перемешивание компонентов в смесовой машине или другом технологическом оборудовании, для которого схема преобразования волокнистых потоков близка к изображенной на рисунке 1.

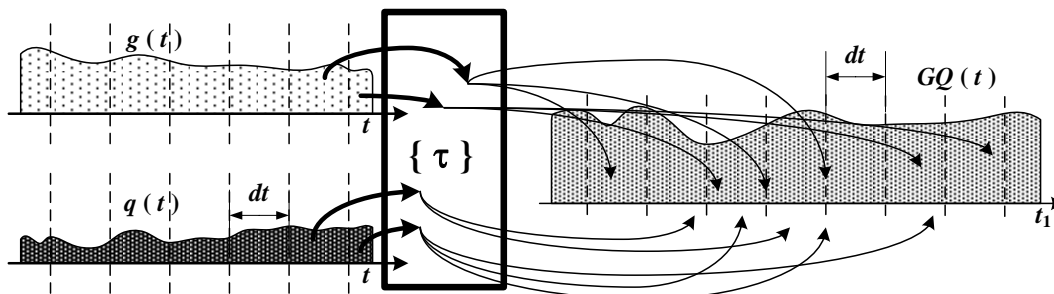


Рисунок 1 – Схема преобразования порций потока компонентов в поток смеси