

ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СЫРЬЯ

Научная статья

УДК 677.024:519.876.5

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-49-51

Петр Алексеевич Севостьянов

Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина, Москва, Россия

petrsev46@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9919-5551>

ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ РАСПРЯМЛЕНИЯ ВОЛОКОН ПРИ КАРДОЧЕСАНИИ НА ВАЛИЧНОЙ МАШИНЕ

Аннотация. В статье предложена простая нелинейная детерминированная модель динамики распрямления волокон в рабочих областях «барабан – барабан», «барабан – валик», «валик – валик». Модель позволяет прогнозировать величину средней распрямленности волокон в массе, многократно проходящей через рабочую область машины. Модель включает в себя лишь один параметр, задающий эффективность распрямления волокон при кардочесании. Получена зависимость средней распрямленности волокон от числа повторных проходов волокна через рабочую область при разных величинах эффективности кардочесания.

Ключевые слова: кардочесание, валичная кардочесальная машина, распрямление волокон, динамика, детерминированная модель, эффективность кардочесания, коэффициент распрямленности волокон

Для цитирования: Севостьянов П. А. Детерминированная модель динамики распрямления волокон при кардочесании на валичной машине // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 49–51. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-49-51>.

Original article

Petr A. Sevostyanov

Kosygin Russian State University, Moscow, Russia

DETERMINISTIC MODEL OF THE DYNAMICS STRAIGHTENING OF FIBRES DURING CARDING ON A ROLLER MACHINE

Abstract. The article proposes a simple nonlinear deterministic model of the dynamics of fibre straightening in the working areas “drum – drum”, “drum – roller”, “roller – roller”. The model allows you to predict the value of the average straightness of the fibers in the mass that repeatedly passes through the working area of the machine. The model includes only one parameter that determines the efficiency of fibre straightening during carding. The dependence of the average straightness of the fibres on the number of repeated passes of the fibre through the working area at different values of the carding efficiency is obtained.

Keywords: carding, roller carding machine, fibre straightening, dynamics, deterministic model, carding efficiency, fibre straightening ratio coefficient

For citation: Sevostyanov P. A. Deterministic model of the dynamics straightening of fibers during carding on a roller machine. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):49–51. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-49-51>.

Анализ процессов, происходящих с волокнами при их взаимодействии с зубьями гарнитуры барабанов и валиков на валичной чесальной машине [1–5], сформированные представления о механизме этого взаимодействия и действующих при этом факторах позволили построить упрощенную детерминированную модель динамики распрямления волокон в этих процессах [6, 7].

Примем в качестве основной характеристики процесса коэффициент распрямленности волокон вдоль направления их движения вместе с кардными гарнитурами. Этот коэффициент равен отношению протяженности волокна L вдоль направления относительного перемещения гарнитуры к длине распрямленного волокна L_0 : $\eta = L / L_0$. У каждого волокна эта величина своя, причем может варьировать в широких пределах в зависимости от воздействий и состояния во-

© Севостьянов П. А., 2021

локнистой массы, в которой находится волокно. Эти различия обусловлены механическими свойствами волокна, в частности, его упругостью и пластичностью. Однако в рассматриваемой модели коэффициент η понимается как некоторая величина, усредненная по всем волокнам порции волокнистой массы, проходящей через рабочую область между гарнитурами.

Порция волокон при выходе из рабочей области разделяется. Часть волокон захватывается гарнитурой главного барабана и уносится в следующую рабочую область. Остальные волокна удерживаются на поверхности гарнитуры барабана 1 и также следуют в рабочую область, ту же или другую, в зависимости от траектории переноса волокнистого материала в машине. Обе части волокнистой массы в рабочей области подверглись воздействию зубчатых гарнитур и в большинстве своем распрямились, т. е. увеличили свой коэффициент распрямленности, с которым и закрепились на гарнитуре до входа в следующую рабочую область кардочесания.

Обозначим $\eta(0)$ – начальное значение усредненного коэффициента распрямленности волокон до первой рабочей области, $\eta(k)$ – значение этого коэффициента после прохода k -й рабочей области или k -кратного прохода одной и той же рабочей области благодаря вращению барабана. Изменение коэффициента распрямленности при одном проходе зависит от того, какое значение он имеет при входе в рабочую область. Очевидно, что каждый проход должен увеличивать его значение, т. е. $\eta(k) \geq \eta(k-1)$. Представим это увеличение как умножение на положительный множитель больше единицы:

$$\eta(k) = \eta(k-1)(1+C).$$

Параметр C зависит от уже достигнутой величины распрямления волокон. Чем больше волокно уже распрямлено на предыдущих этапах

кардочесания, тем меньше этот коэффициент. Если волокно уже полностью или практически полностью распрямлено, то параметр C должен быть равен или близок к нулю. Поэтому можно принять параметр C пропорциональным $\eta(k-1)$, но со знаком, понижающим значение C , т. е.

$$C = A(1 - \eta(k-1)).$$

В итоге получаем простую динамическую модель, описывающую изменение во времени усредненного коэффициента распрямленности волокон:

$$\begin{aligned} \eta(k) &= \eta(k-1)(1 + A(1 - \eta(k-1))), \\ k &= 1, 2, \dots, T. \end{aligned} \quad (1)$$

В этой модели время отображается дискретной переменной k . Множитель A определяет интенсивность изменения коэффициента распрямленности волокон при одном проходе через рабочую область, т. е., по существу, интенсивность кардочесания. Все входящие в динамическую разностную модель (1) величины безразмерные.

Значения функции $\eta(k)$ легко вычисляются циклически при заданном начальном значении $\eta(0)$ и параметре A . Ниже приведен Matlab-скрипт, выполняющий эту операцию для $\eta(0) = 0,1$ и $A = 0,2$ (рис. 1).

На рисунке 2 представлен график зависимости коэффициента распрямленности от числа проходов через рабочую область при разных значениях интенсивности кардочесания A . Зависимость имеет вид S -образной кривой.

Легко убедиться, что предельное значение $\eta(k \rightarrow \infty) = 1$ и не зависит от начальных условий и параметра A . Для этого в формуле (1) достаточно заменить функцию $\eta(k)$ на $\eta = \eta(k \rightarrow \infty)$. Решение полученного уравнения дает $\eta = 1$.

```
clear, clc % очистка памяти Workspace и командного окна Matlab
T = 101; % моделируемое число проходов рабочей области
A = 0.1; % параметр интенсивности кардочесания
eta = zeros ( T , 1 ) ; % резервирование памяти для массива
eta ( 1 , 1 ) = 0.1 ; % начальное значение усредненного коэффициента распрямленности
% моделирование циклического прохода порции волокон через рабочую область
«барабан - барабан», «барабан - валик» и т. п.
for k = 2 : T
    eta ( k , 1 ) = eta ( k - 1 , 1 ) * ( 1 + A * ( 1 - eta ( k - 1 , 1 ) ) ) ;
end
k = 0 : T-1; % переменная дискретного времени
plot ( k , eta ) % график изменения коэффициента распрямленности
```

Рис. 1. Вычисление функции $\eta(k)$ в программе Matlab

ВЫВОДЫ

1. Предложена простая детерминированная математическая модель динамики изменения коэффициента распрямленности волокон

в зависимости от числа пройденных волокон рабочих областей машины при разных уровнях эффективности кардочесания. При этом коэффициент распрямленности волокон рассматрива-

ется как усредненное значение распрямленности волокон в причесываемой волокнистой массе.

2. Преимуществом модели является малое количество входящих в нее неизвестных

числовых параметров (всего один параметр A). Это позволяет построить относительно простую методику оценки этого параметра на основе экспериментальных данных.

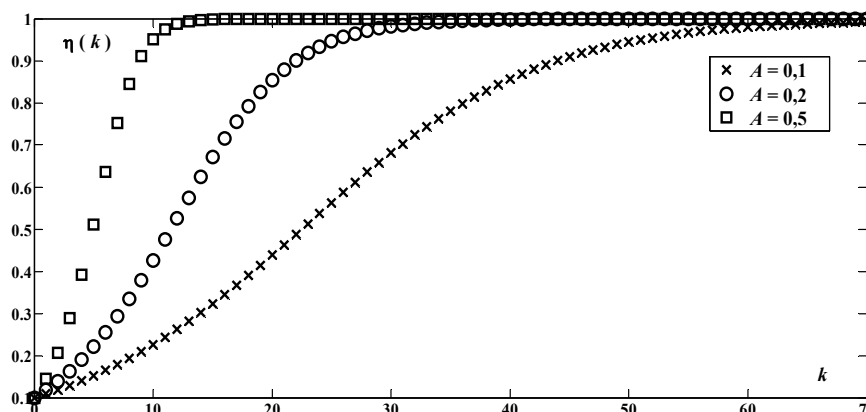


Рис. 2. Динамика нарастания распрямленности волокон с увеличением числа проходов через рабочую область при разной интенсивности кардочесания

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Севостьянов А. Г., Севостьянов П. А. Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности) : [учеб. для вузов по спец. «Прядение натур. и хим. волокон», «Ткачество», «Пр-во неткан. текст. материалов». М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1984. 344 с.
2. Ашнин Н. М. Теоретическое и экспериментальное исследование процесса кардочесания волокнистых материалов : дис. ... д-ра техн. наук. Л., 1979. 474 с.
3. Зарубин В. М., Белоголовцев С. Д. Анализ процесса образования прочеса // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1990. № 2. С. 22–24.
4. Скуланова Н. С. Проектирование технологии и сформированной из нетрадиционных видов сырья аппаратной шерстяной пряжи : дис. ... д-ра техн. наук. М., 2008. 306 с.
5. Компьютерное моделирование длины и тонины волокон шерсти в топсе и ленте на основе данных натуральных экспериментов / П. А. Севостьянов, К. В. Ордов, Е. И. Битус, Т. А. Самойлова, В. В. Монахов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2015. № 6. С. 185–189.
6. Громов С. С., Севостьянов П. А. Анализ динамики долевого состава двухкомпонентного волокнистого материала в процессе кардочесания // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2009. № 6(321). С. 109–112.
7. Севостьянов П. А. Динамика и модели основных процессов прядения. Ч. 1. Рыхление, очистка, смешивание, кардо- и гребнечесание / Российский гос. ун-т им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). М., 2020. 264 с.

REFERENCES

1. Sevost'yanov A. G., Sevost'yanov P. A. Modelirovanie tekhnologicheskikh processov (v tekstil'noj promyshlennosti) : [ucheb. dlya vuzov po spec. «Pryadenie natur. i him. volokon», «Tkachestvo», «Pr-vo netkan. tekst. materialov». M. : Leg. i pishch. prom-st', 1984. 344 s.
2. Ashnin N. M. Teoreticheskoe i eksperimental'noe issledovanie processa kardochesaniya voloknistykh materialov : dis. ... d-ra tekhn. nauk. L., 1979. 474 s.
3. Zarubin V. M., Belogolovcev S. D. Analiz processa obrazovaniya prochesa // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 1990. № 2. S. 22–24.
4. Skulanova N. S. Proektirovanie tekhnologii i sformirovannoj iz netradicionnykh vidov syr'ya apparatnoj sherstyanoj pryazhi : dis. ... d-ra tekhn. nauk. M., 2008. 306 s.
5. Komp'yuternoe modelirovanie dliny i toniny volokon shersti v topse i lente na osnove dannyh naturnykh eksperimentov / P. A. Sevost'yanov, K. V. Ordov, E. I. Bitus, T. A. Samojlova, V. V. Monahov // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2015. № 6. S. 185–189.
6. Gromov S. S., Sevost'yanov P. A. Analiz dinamiki dolevogo sostava dvuhkomponentnogo voloknistogo materiala v processe kardochesaniya // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2009. № 6(321). S. 109–112.
7. Sevost'yanov P. A. Dinamika i modeli osnovnykh processov pryadeniya. Ch. 1. Ryhlenie, oчитка, smeshivanie, kard- i grebnechesanie / Rossijskij gos. un-t im. A. N. Kosygina (Tekhnologii. Dizajn. Iskusstvo). M., 2020. 264 s.

Статья поступила в редакцию 02.02.2021
Принята к публикации 11.03.2021