

УДК 667.021

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОЛОКНООБМЕНА
В ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЕ**

**SIMULATION MODELING OF THE FIBRE-EXCHANGING PROCESS
IN CARDING MACHINE**

Н.М. АШНИН, В.Г. МЕШКОМАЕВ
N.M. ASHNIN, V.G. MESHKOMAEV

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленной технологии и дизайна)
(Saint-Petersburg State University of Industrial Technology and Design)

E-mail: info@mon.gov.ru

Математическое моделирование процесса волокнообмена при кардочесании волокнистых смесей является эффективным методом исследования и позволяет изучать такие процессы, которые сложно исследовать на практике. В предлагаемой имитационной модели процесс волокнообмена рассматривается на двух уровнях: на уровне потока волокон и на уровне единичного волокна при использовании различных допущений. Математическая модель процесса волокнообмена спроектирована для исследования многокомпонентных смесей волокон. Посредством компьютерного моделирования представлена возможность наблюдать эффект изменения во времени структур загрузки как главного, так и съемного барабанов при изменении массы загрузки питания главного барабана.

Mathematical modeling of fibre-exchanging while carding fiber mixtures is an effective researching method which allows us to study the processes too difficult for studying in practice. The proposed simulation model of the process of fibre-exchanging is considering at two levels: at the level of the stream of fibers and at the level of single fiber by using different assumptions. Mathematical model of fibre-exchanging is designed to study multi-component mixtures of fibers. Through computer simulations there is the opportunity to observe the effect of changes over

time of the structure of charge of both main and removable cylinders according to charge of supply charge of the main cylinder.

Ключевые слова: волокнообмен, вероятность перехода волокон, загрузка главного барабана, переходные процессы при волокнообмене.

Keywords: fibre-exchanging, probability of fiber transition, charge of the cylinder, transients while fibre-exchanging.

Изучение способов получения пряжи высокого качества является актуальной задачей. Одним из эффективных методов, направленных на решение данной задачи, является имитационное моделирование процессов прядения и, в частности, чесания волокнистых смесей – одного из процессов, в котором формируются основные характеристики будущего продукта, а оптимальное протекание его является залогом получения высококачественного изделия. Помимо этого, изучение процесса волокнообмена в чесальных машинах становится более информативным и наглядным, если использовать компьютерную модель волокнообмена.

В предлагаемой имитационной модели процесс волокнообмена рассматривается на двух уровнях: на уровне потока волокон (массообмен) и на уровне единичного волокна. Волокнообмен на уровне потока волокон задается коэффициентом распределения, а на уровне единичного волокна – вероятностью перехода. Так как факторы, влияющие на переход волокон в процессе чесания с одной поверхности на другую, весьма многочисленны (длина и линейная плотность волокон, их поверхностные свойства, распрямленность и ориентация волокон, расположение их в гарнитуре, параметры гарнитур, разводка между рабочими органами, их скорость, геометрические размеры и др.), то определить полное влияние даже основных из этих факторов в одной модели крайне трудно, поэтому в данном случае рассматривается модель волокнообмена с учетом обрывности волокон при использовании различных имитационных допущений.

При создании модели были приняты следующие предположения.

1. Пучки волокон в питающей смеси разработаны на отдельные волокна.

2. Переход волокон определяется величиной вероятности перехода, которая зависит только от длины волокна.

3. Не учитывается волокнообмен между главным барабаном и рабочими валиками (шляпками).

4. Вся загрузка главного барабана является рабочей.

5. Взаимодействие волокон между собой отсутствует.

В основу алгоритма модели волокнообмена положено движение волокон в реальной чесальной машине. Контроль значений загрузок рабочих органов чесальной машины, их структуры и массы осуществляется в следующих характерных точках.

1. Загрузка питания главного барабана.

2. Загрузка главного барабана после прохождения зоны питания (рабочая загрузка).

3. Загрузка главного барабана после прохождения зоны взаимодействия со съемным барабаном (остаточная загрузка).

4. Загрузка, снимаемая съемным барабаном.

Математическая модель процесса волокнообмена проектировалась для исследования многокомпонентных смесей, то есть совокупностей групп волокон, имеющих различные физико-механические свойства и соответственно различное поведение в процессе кардочесания, где каждый компонент представлен в модели набором значений, соответствующих массам групп волокон с одинаковыми физико-механическими свойствами, объединенных в одномерный массив α_i : ($i=1, \dots, n$). Величина n определяет количество контролируемых групп волокон в компоненте смеси и характеризует информативность исследования, а каждое i -е значение массива определяет массу группы волокон,

имеющих одинаковое значение показателя, определяющего поведение волокна в процессе кардочесания. Таким показателем в модели принимается вероятность перехода волокон в процессе волокнообмена в чесальной машине (P_{ij}), которая является функцией, зависящей только от длины волокна [1]. Информация о составе многокомпонентной смеси по аналогии с предыдущим содержится в двумерном массиве $\alpha_{ij} : (i=1, \dots, n, j=1, \dots, k)$, где k – количество компонентов в смеси, а n – количество групп волокон. Соответственно характеристика, определяющая поведение отдельных групп волокон, – вероятность перехода волокон – в многокомпонентной смеси представляется также в виде двумерного массива $P_{ij} : (i=1, \dots, n, j=1, \dots, k)$. Загрузки гарнитур в точках контроля обозначены в следующем виде:

$\alpha_{ij}^{\text{пит}}$ $i=1, \dots, n, j=1, \dots, k$ – загрузка питания главного барабана,

$\alpha_{ij}^{\text{гб}}$ $i=1, \dots, n, j=1, \dots, k$ – загрузка главного барабана,

$\alpha_{ij}^{\text{ост}}$ $i=1, \dots, n, j=1, \dots, k$ – остаточная загрузка главного барабана,

$\alpha_{ij}^{\text{сб}}$ $i=1, \dots, n, j=1, \dots, k$ – загрузка, переходящая на съемный барабан.

Численные значения вышеперечисленных массивов формируются следующим образом:

$\alpha_{ij}^{\text{пит}}$, P_{ij} – задаются как исходные данные в процессе моделирования:

$$\alpha_{ij}^{\text{гб}} = \alpha_{ij}^{\text{пит}} + \alpha_{ij}^{\text{ост}},$$

$$\alpha_{ij}^{\text{сб}} = \alpha_{ij}^{\text{гб}} P_{ij},$$

$\alpha_{ij}^{\text{ост}} = \alpha_{ij}^{\text{гб}} (1 - P_{ij})$ – вычисляются для каждого оборота главного барабана.

Программно-математическая модель процесса волокнообмена в чесальной машине реализована в среде VBA [2]. В процессе реализации алгоритма модели волокнообмена на каждом шаге (обороте главного барабана) для анализа процесса волокнообмена сохраняются значения всех загрузок гарнитур чесальной машины в любой момент исследования. Число оборотов главного барабана в минуту равнялось 150.

Рассмотрим работу модели на примере переработки виртуальной однокомпонентной волокнистой смеси, состоящей из оди-

накового количества волокон длиной от 1 до 100 мм. Выбор перерабатываемой смеси с таким распределением по длине позволит показать в упрощенном виде возможности модели и представить более наглядно в графической форме результаты моделирования процесса волокнообмена.

Из практики кардочесания волокнистых смесей известно [3], что волокна большей длины имеют более высокую вероятность перехода с передающей гарнитуры на принимающую. Точный вид этой зависимости из-за большого количества факторов, влияющих на вероятность перехода волокон, определить сложно. В данном виртуальном эксперименте изменение вероятности перехода волокон зададим в виде линейной возрастающей функции со значениями от 0,1 до 0,3 в диапазоне длин волокон от 1 до 100 мм.

Рассмотрим процесс насыщения гарнитур главного и съемного барабанов при пуске чесальной машины. Виртуальный главный барабан чесальной машины начинает "вращаться". На каждом его "обороте" проводится расчет масс загрузок главного и съемного барабанов покомпонентно для всех длин волокон. Для наглядности анализа проходящего процесса волокнообмена отслеживать изменения в загрузках главного и съемного барабанов будем по трем компонентам загрузок: волокнам максимальной, средней и минимальной длины. Процесс формирования загрузки главного и съемного барабанов показаны на рис. 1. Из него видно, что на главном барабане в течение некоторого времени происходит формирование рабочего слоя волокон, структура которого вначале меняется, а по прошествии некоторого времени стабилизируется, и новая структура загрузки главного барабана неидентична структуре загрузки питания. Загрузка съемного барабана по структуре во время переходного процесса также изменяется, но в итоге становится подобной структуре загрузки питания. Данный эффект наблюдается и при экспериментальном исследовании структур загрузок главного и съемного барабанов.

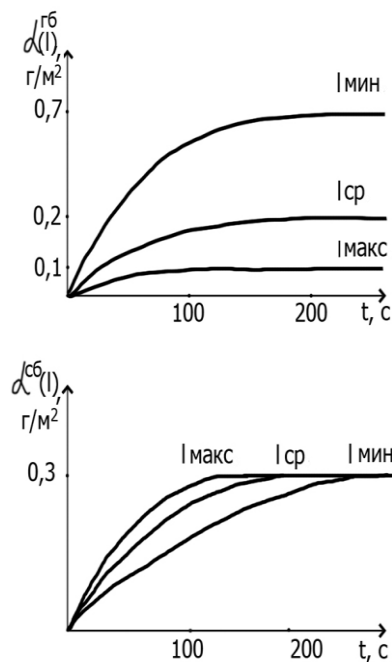


Рис. 1

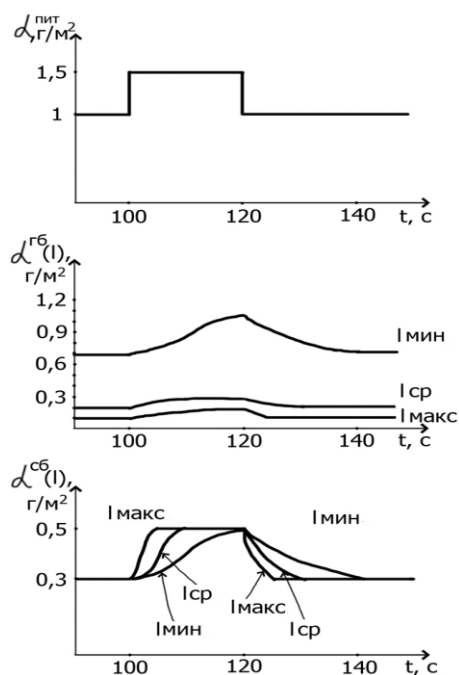


Рис. 2

Рассмотрим изменение структур загрузок главного и съемного барабанов в динамике при скачкообразном изменении массы питающей загрузки. Процесс ее изменения показан на рис. 2. Загрузку изменяем в следующем порядке. При выходе на стационарный режим процесса волокнообмена скачкообразно увеличим загрузку питания по массе на 50% и при окончании переходного процесса в структурах главного и съемного барабанов также скачкообразно вернем ее к первоначальному значению.

Процесс изменения массы волокон различной длины в загрузках главного и съемного барабанов показан на рис. 2, а структур загрузок – на рис. 3.

На рисунках, показывающих изменение концентрации волокон различной длины на главном и съемном барабанах в определенном временном диапазоне процесса волокнообмена, видно, что изменение массы питающей загрузки главного барабана вызывает изменение не только массовых величин загрузок главного и съемного барабанов, но и их структур.

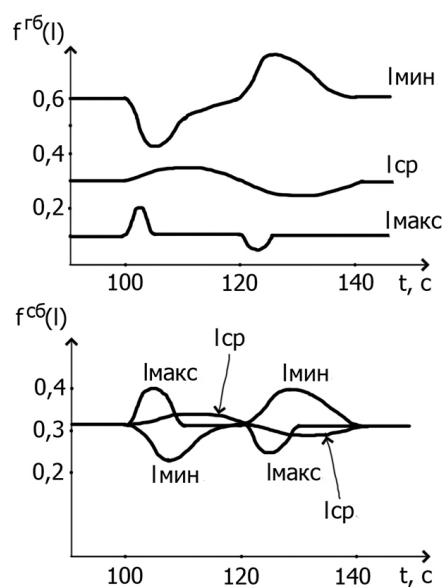


Рис. 3

При скачкообразном увеличении загрузки главного барабана происходит временное изменение ее структуры: количество коротких волокон увеличивается, а длинных – уменьшается. А при скачкообразном уменьшении загрузки главного барабана – наоборот: количество коротких волокон временно уменьшается, а длинных – увеличивается.

ВЫВОДЫ

Компьютерное моделирование позволяет наблюдать эффект изменения во времени структур загрузки как главного, так и съемного барабанов при изменении массы загрузки питания главного барабана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашнин Н.М., Мешкомаев В.Г. Исследование вероятности перехода волокнистого материала с главного барабана чесальной машины на съемный барабан и рабочие валики // Сб. науч. тр.: Технология прядильного, ткацкого и трикотажного производства. – Л.: ЛТИ, 1977. С. 29...31.

2. Свидетельство № 2006612732 РОСПАТЕНТА об официальной регистрации программ для ЭВМ / Ашнин Н. М., Мешкомаев В. Г., Осман Х. Х. – заявка № 2006611960; зарегистрировано 3.08. 2006; реестр программ для ЭВМ.

3. Ашнин Н.М. Кардочесание волокнистых материалов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

REFERENCES

1. Ashnin N.M., Meshkomaev V.G. Issledovanie verojatnosti perehoda voloknistogo materiala s glavnogo barabana chesal'noj mashiny na s'emnyj baraban i rabochie valiki // Sb. nauch. tr.: Tehnologija prjadil'nogo, tkackogo i trikotazhnogo proizvodstva. – L.: LTI, 1977. S. 29...31

2. Svidetel'stvo № 2006612732 ROSPATENTA ob oficial'noj registracii programm dlja JeVM / Ashnin N.M., Meshkomaev V. G., Osman H. H. – zajavka № 2006611960; zaregistrirvano 3.08. 2006; reestr programm dlja JeVM.

3. Ashnin N.M. Kardochesanie voloknistyh materialov. – M.: Legprombytizdat, 1985.

Рекомендована кафедрой информационных технологий. Поступила 16.03.15.