

УДК 667

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОЛОКНООБМЕНА ХЛОПКА В ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЕ С УЧЕТОМ ОБРЫВНОСТИ ВОЛОКОН

Н.М. АШНИН, В.Г. МЕШКОМАЕВ, Х.Х. ОСМАН

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

В компьютерной имитационной модели процесс волокнообмена рассматривается на уровне единичного волокна, а движение волокна относительно гарнитуры, в которой оно находится, характеризуется 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 гарнитуры, разводка между рабочими органами, их скорость, геометрические размеры и др., то учесть влияние даже основных из этих факторов в одной модели крайне трудно [1], [2]. Поэтому в данном случае исследуется модель волок-

нообмена, в которой вероятность перехода волокон является функцией, зависящей только от длины волокна.

При создании модели [3] были приняты следующие допущения.

1. Пучки волокон 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 шляпками (или рабочими валиками).

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 проводится 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.

В связи с тем, что математическая модель проектировалась для исследования

многокомпонентных смесей [4], то есть совокупностей групп волокон, имеющих различные физико-механические свойства и соответственно различное поведение в процессе чесания, то 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 чесания. Таким показателем в модели принимается вероятность перехода волокон в процессе волокнообмена в чесальной машине (P_i), которая является функцией, зависящей только от длины волокна. Информация о состоянии многокомпонентной смеси по аналогии с предыдущим содержится в двумерном массиве α_{ij} ; ($i=1, \dots, n, j=1, \dots, k$), где k – количество компонентов в смеси. 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 съема.

Численные значения вышеперечисленных массивов формируются следующим образом:

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

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{ij}^{\text{гб}} &= \alpha_{ij}^{\text{пит}} + \alpha_{ij}^{\text{ост}} \\ \alpha_{ij}^{\text{сб}} &= \alpha_{ij}^{\text{гб}} * P_{ij} \\ \alpha_{ij}^{\text{ост}} &= \alpha_{ij}^{\text{гб}} * (1 - P_{ij}) \end{aligned} \right\} \quad (\text{вычисляются для каждого оборота главного барабана})$$

При создании механизма имитации разрыва волокон в процессе чесания в модели было принято, что волокно рвется только при переходе с одной гарнитуры на другую. При этом задавались различные соотношения частей волокон, получающихся после разрыва волокна. Предполагалось, что волокна рвутся в определенном соотношении между частями разорванного волокна, равном $1/9$, $2/8$, $3/7$, $4/6$, $5/5$, и отдельно разработан алгоритм, где точка разрыва определяется случайно.

То есть в первом варианте разрыва волокно, условно имеющее длину 100 единиц, разрывается на два волокна длиной 10 единиц и 90 единиц и т.д. Помимо этого изменяемым фактором являлась величина массы волокон загрузки главного барабана, подвергнувшейся разрыву за каждый оборот.

При создании модели процесса волокнообмена, протекающего с обрывом волокон, приняты дополнительно к существующим (моделирование волокнообмена без обрыва волокон) следующие допущения.

1. При задании обрывности в процессе волокнообмена волокно делится на две части, одна из которых остается на главном барабане, а другая — на съемном.

2. В модели численно задается процент массы загрузки главного барабана, подвергающейся разрыву.

3. Разрыв волокон происходит на каждом цикле чесания.

Программно математическая модель процесса волокнообмена в чесальной машине реализована в среде VBA. В процессе работы программы в специальных массивах сохраняются значения всех загрузок гарнитур в контрольных точках для анализа процесса волокнообмена в любой момент исследования.

Данная имитационная модель процесса волокнообмена в чесальной машине являет-

ся универсальной. Для настройки ее работы, аналогичной, реальному процессу, протекающему в чесальной машине при переработке хлопка, необходим эксперимент, из которого можно получить конкретные числовые значения различных характеристик перерабатываемого продукта. С этой целью на чесальной машине ЧММ-14 проводился эксперимент, по результатам которого осуществлялась коррекция алгоритма работы модели.

После выхода машины на стационарный режим были взяты пробы перерабатываемой смеси до и после чесания и построены их штапельные диаграммы. Численные значения распределения волокон по длине, взятые со штапельной диаграммы загрузки питания, были введены в программу, реализующую математическую модель волокнообмена.

Для поиска настроечных коэффициентов, делающих модель адекватной реальному процессу волокнообмена, были проведены расчеты на модели волокнообмена по ряду разработанных алгоритмов разрыва волокон в процессе чесания. Помимо этого изменяемым фактором являлась величина массы волокон загрузки главного барабана, подвергнувшейся разрыву за каждый оборот в пределах $1...3,5\%$.

На графиках рис. 1 показаны экспериментальные распределения волокон смеси до чесания (- - -), после чесания (.....) и расчетное на выходе (----).

Исследования показали (при сравнении экспериментального распределения волокон с расчетным по критерию X^2), что имитационная модель адекватно отражает процесс волокнообмена хлопка в чесальной машине с учетом обрыва волокон в случае, когда задается случайный алгоритм разрыва волокон и на каждом обороте главного барабана подвергается разрыву $2,6\%$ его рабочей загрузки.

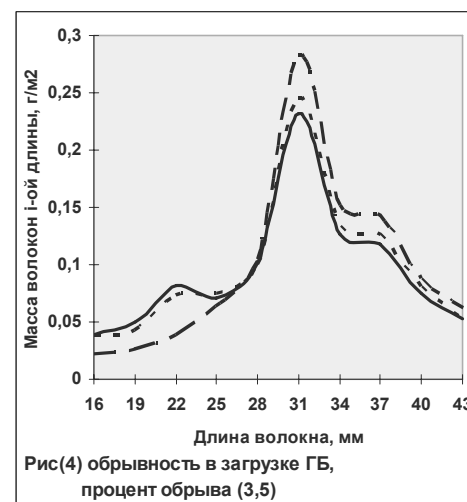
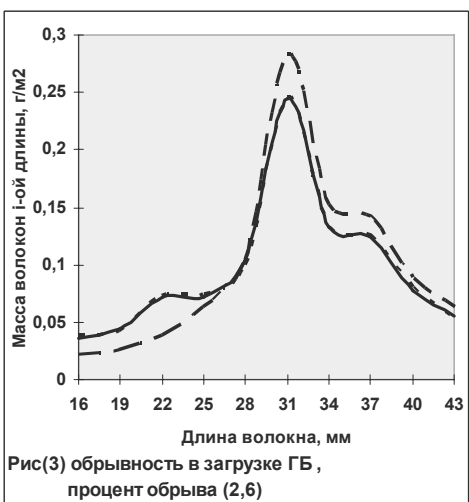
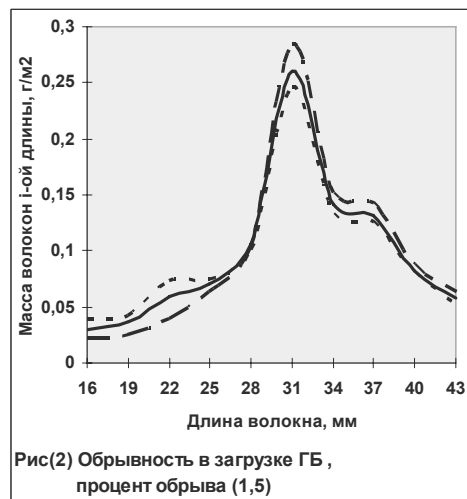
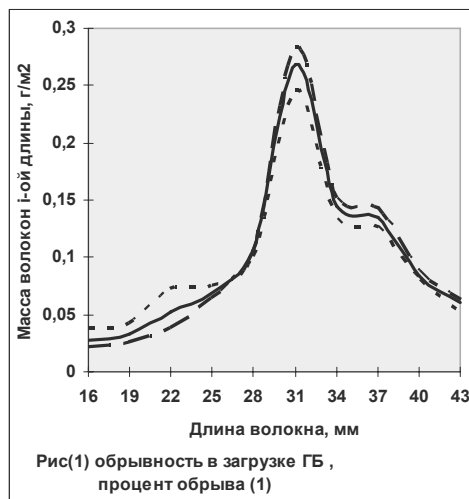


Рис. 1

ВЫВОДЫ

1. Практическое исследование процесса чесания хлопка позволяет создать имитационную модель процесса волокнообмена, адекватную реальному процессу, в результате чего теоретические расчеты будут максимально приближены к реальным показателям процесса чесания на конкретном оборудовании.

2. Анализ результатов имитационного моделирования процесса чесания хлопка позволяет сделать вывод о том, что процесс волокнообмена в данном эксперименте сопровождался разрывом волокон, со случайным распределением точки разрыва на волокне и массовая доля волокон, подвергшихся разрыву на каждом обороте главного барабана, равнялась 2,6% его рабочей загрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашин Н.М. Кардочесание волокнистых материалов. – М.: Легпромбыгиздат, 1985.
2. Ашин Н.М. Кардочесание. – Санкт-Петербург: СПГУТД, 2003
3. Ашин Н.М., Мешкомаев В.Г., Осман Х.Х. Моделирование процесса чесания с обрывом волокон // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2005, № 11.
4. Ашин Н.М., Мешкомаев В.Г., Осман Х.Х. Имитационное моделирование процесса волокнообмена хлопка в чесальной машине с учетом обрывности волокон // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2006, № 12.

Рекомендована кафедрой технологии прядения и нетканых материалов. Поступила 01.12.06.