

УДК 677.022:519.8:62.50.72

**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ДОЛЕВОГО СОСТАВА
ДВУХКОМПОНЕНТНОГО ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА
В ПРОЦЕССЕ КАРДОЧЕСАНИЯ**

С.С.ГРОМОВ, П.А.СЕВОСТЬЯНОВ

(Московский государственный текстильный университет им.А.Н.Косыгина)

Динамике процессов на кардочесальных машинах посвящено огромное количество работ отечественных и зарубежных ученых. Исследования проводились как экспериментально – в виде натурных экспериментов на работающих чесальных машинах (ЧМ), так и теоретически – построением математических моделей процессов кардочесания. Эти работы предлагают различные подходы: математические модели на основе материального баланса с

использованием дифференциальных уравнений и/или передаточных функций [1], модели в виде Марковских процессов [2], [3], модели на основе механики взаимодействия волокнистого материала (ВМ) с рабочими органами ЧМ. В основном эти модели описывают преобразования линейной плотности и эффекты выравнивания линейной плотности ВМ на машине. Кроме того, существуют работы, посвященные исследованиям различных структурных

изменений в ВМ вследствие процесса чесания, например, укорочению длин волокон вследствие их разрыва, изменению доли компонента, а также изменениям свойств волокон: их параллелизации, распрямленности, степени разъединения, степени выделения сорных примесей или изменению состава сорных примесей. Эти процессы структурных изменений в составе ВМ рассматривались, как правило, в статическом режиме, поскольку построенные динамические модели для подобных

процессов представляют значительные трудности. Определенное продвижение в этом направлении может быть выполнено методами компьютерного моделирования различных процессов, происходящих в ЧМ. Рассмотрим, в частности, динамику изменения долевого состава двухкомпонентного ВМ.

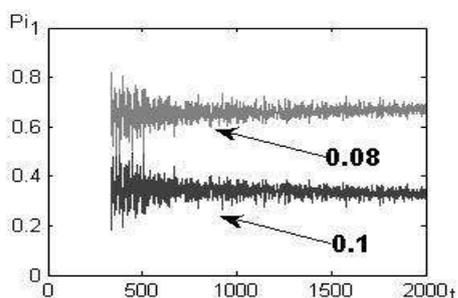
Математическая модель, описывающая преобразования линейной плотности внутри ВМ схематично можно представить следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} g_1(t) &= \varepsilon_t; \quad g_2(t) = g_1(t) + g_{13}(t - \tau_1); \quad g_3(t) = g_2(t - \tau_2) * \lambda; \quad g_4(t) = g_2(t - \tau_3) * (1 - \lambda); \\ g_5(t) &= g_4(t - \tau_4) * \lambda_1; \quad g_6(t) = g_4(t - \tau_5) * (1 - \lambda_1); \quad g_7(t) = g_5(t - \tau_6) + g_6(t - \tau_6); \\ g_8(t) &= g_7(t - \tau_7) * \lambda_2; \quad g_9(t) = g_7(t - \tau_8) * (1 - \lambda_2); \quad g_{10}(t) = g_8(t - \tau_9) + g_9(t - \tau_9); \\ g_{11}(t) &= g_{10}(t - \tau_{10}) * \lambda_3; \quad g_{12}(t) = g_{10}(t - \tau_{11}) * (1 - \lambda_3); \quad g_{13}(t) = g_{11}(t - \tau_{12}) + g_{12}(t - \tau_{12}), \end{aligned} \quad (1)$$

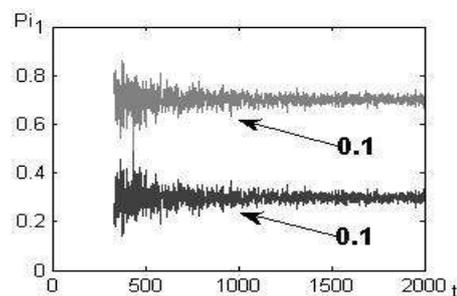
где t – текущий момент времени; $g_i(t)$ – нагрузка ВМ на i -й зоне чесания; ε_t – белый шум; τ_i – время транспортного запаздывания ВМ на i -м участке барабана; λ – коэффициент съема; β – коэффициент выпадов сорных примесей ВМ из питающей загрузки.

Будим считать, что на вход машины поступает двухкомпонентный ВМ в пропорции 3:7. Входной параметр моделируется как белый шум с коэффициентом вариации 20% для 1 и 2-го компонентов. В

соответствии с соотношениями (1) были построены алгоритм моделирования и программа, имитирующая динамику этой системы. С целью выяснить, как различия в коэффициентах съема сказываются на динамике изменения долей эксперимента, с моделью был проведен эксперимент, в котором для 1-го компонента коэффициент съема равен 0,1, для 2-го – 0,08. На рис. 1-а представлены переходные кривые изменения доли компонентов, полученные в ходе эксперимента.



а)



б)

Рис. 1

Видно, что как при различных, так и при одинаковых коэффициентах съема длительность переходного режима по линейной плотности одинакова у каждого из компонентов, но по доле компонентов она различная.

Во втором эксперименте рассмотрено, как коэффициенты съема зависят от доли компонента. Разные компоненты имеют различные коэффициенты трения, цепкость и степень удержания ВМ на поверхности гарнитуры. Поэтому в зависимости

от того, какое количество каждого компонента ВМ находится в данный момент в точке съема, будет меняться фактический коэффициент съема. Поскольку реальных

данных об этой зависимости нет, то ее можно представить лишь на качественном уровне и аппроксимировать линейными зависимостями следующего типа:

$$\lambda_1^{\hat{\delta}} = \Lambda_1 + \Delta\lambda(P_0^1 - P_0^2), \quad \lambda_2^{\hat{\delta}} = \Lambda_2 + \Delta\lambda(P_0^1 - P_0^2), \quad (2)$$

$$P_0^1 = \frac{g_1^1(t)}{g_1^1(t) + g_1^2(t)}, \quad P_0^2 = \frac{g_1^2(t)}{g_1^1(t) + g_1^2(t)},$$

где $\lambda_i^{\text{факт}}$ – фактический коэффициент съема i -го компонента в ВМ; Λ_i – среднее значение коэффициента съема i -го компонента в ВМ; $\Delta\lambda$ – коэффициент чувствительности; P_0^i – доля i -го компонента от общей доли ВМ; $g_1^i(t)$ – нагрузка i -го компонента ВМ.

С использованием этой аппроксимации в модели и соответствующих расчетов была исследована зависимость длительности переходного процесса: от чувствительности коэффициента съема к изменению доли.

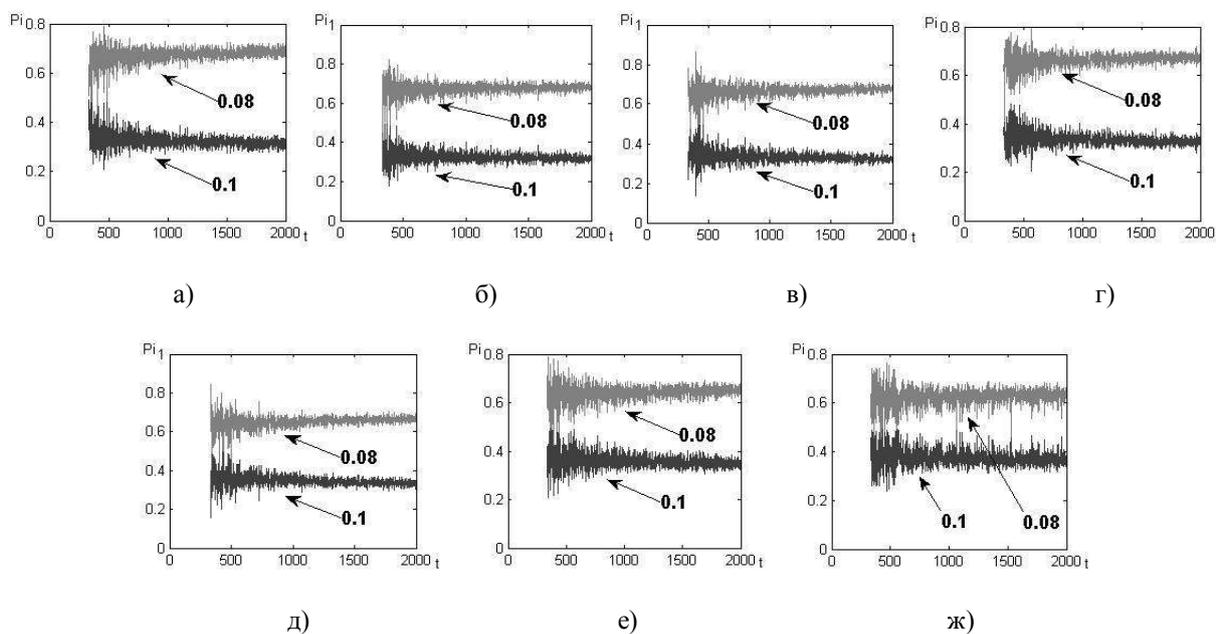


Рис. 2

Полученные кривые при коэффициентах чувствительности -0,12; -0,09; -0,06; -0,03; 0,03; 0,06 и 0,09 приведены на рис. 2-а...2-ж. Они показывают, что с увеличением/уменьшением коэффициента чувствительности увеличивается/уменьшается и

разброс значений переходного процесса относительно их математического ожидания, а оптимальный выход на установившийся режим работы линейной системы достигается при значении коэффициентов чувствительности 0,06.

Таблица 1

$\Delta\lambda$	-0,12		-0,09		-0,06		-0,03	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Компонент	1	2	1	2	1	2	1	2
Коэффициент съема	1	0,08	1	0,08	1	0,08	1	0,08
Среднее значение	0,3135	0,6602	0,3161	0,6576	0,3194	0,6543	0,3214	0,6523
Дисперсия	0,0034	0,1236	0,0034	0,1200	0,0035	0,1155	0,0035	0,1131

$\Delta\lambda$	0		0,03		0,06		0,09	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Компонент	1	2	1	2	1	2	1	2
Коэффициент съема	1	0,08	1	0,08	1	0,08	1	0,08
Среднее значение	0,3282	0,6455	0,3356	0,6381	0,3464	0,6273	0,3645	0,6092
Дисперсия	0,0037	0,1044	0,0038	0,0953	0,0041	0,0830	0,0048	0,0647

ВЫВОДЫ

1. Построена динамическая математическая модель изменения массы волокнистого материала в процессе кардочесания по различным зонам чесальной машины с учетом долевого состава компонентов и степени заполнения гарнитуры.

2. С моделью выполнены эксперименты, которые показали влияние коэффициентов съема на длительность переходного процесса.

2. *Ашнин Н.М.* Кардочесание волокнистых материалов. – М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1985.

3. *Труевцев Н.И., Ашнин Н.М.* Теория и практика кардочесания в аппаратной системе прядения шерсти. – М.: Легкая индустрия, 1967.

4. *Борзунов И.Г.* Исследование процесса кардочесания хлопка с целью совершенствования существующих и создания новых высокопроизводительных чесальных машин: Дис....докт. техн. наук. – М.: МТИ, 1967.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и систем автоматизированного проектирования. Поступила 20.10.09.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А.* Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности): Учебник для вузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.