

УДК 677.051

АНАЛИЗ ЗОНЫ ЛЕНТОФОРМИРОВАНИЯ ЧЕСАЛЬНО-ЛЕНТОЧНОГО АГРЕГАТА

В.М. ЗАРУБИН, И.В. ТАУШЕВА, С.Д. БЕЛОГОЛОВЦЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Наиболее перспективным направлением проектирования машин является блочно-модульный принцип, позволяющий из нескольких технологических единиц создать одну (состоящую из нескольких модулей) машину. Это позволяет выбрать наиболее оптимальный вариант оборудования для конкретных технологических условий.

Примером такой машины может служить чесально-ленточный агрегат, содержащий последовательно установленные по ходу перемещения волокон продукта узел подачи волокнистого продукта, модуль слоеформирования, модуль главного барабана со шляпочной и валичной зонами, съемное средство, лентоформирующее

устройство, вытяжной прибор и лентоукладчик [1].

Съемное средство имеет два съемноформирующих блока, установленных последовательно, и каждый из них имеет съемный барабан, разделенный по ширине рабочей поверхности на секции для образования нескольких полос прочеса, механизм съема прочеса, лентоформирующее устройство, выполненное в виде группы поперечных транспортеров и валиков.

Формирование прочеса на двух съемных барабанах способствует повышению производительности машин путем увеличения процента съема волокон с поверхности главного барабана, что, делая барабан менее загруженным, увеличивает его расчесывающую способность [2].

Вместе с тем смещение точки лентоформирования относительно оси машины и, следовательно, смещение отдельных полос прочеса друг относительно друга с последующим их сложением приводит к улучшению качества прочеса, снижению его неровноты [2, 3].

Выравнивающее действие чесальной машины можно описать посредством передаточных функций. В этом случае требуется определить, как выравниваются волны разной длины, составляющие неровноту входящего продукта. Такой функцией в линейном приближении является передаточная функция машины $W(S)$ [4].

В [5] построена и изучена математическая модель зоны выпуска односъемной чесальной машины и выведено выражение передаточной функции.

Рассмотрим процесс получения прочеса на двухсъемной чесально-ленточной машине.

В основной воронке происходит сложение волокнистых потоков с двух съемных барабанов. Первый из них сходит с главного барабана через линию съема первого съемного барабана, проходит через первый ряд предварительных воронок и поступает в основную воронку. Второй поток проходит через линию съема первого съемного барабана, далее движется по главному барабану до линии съема второго съемного барабана и через второй ряд предварительных воронок поступает в основную воронку. Следовательно, передаточная функция $W(S)$ находится как сумма передаточных функций $W_1(S)$ и $W_2(S)$ первого и второго потока соответственно:

$$W(S) = W_1(S) + W_2(S). \quad (1)$$

Поскольку каждую зону выпуска можно представить как зону выпуска односъемной ЧЛМ, найдем вначале передаточное отношение односъемной ЧЛМ.

Обозначим через $X(t)$ линейную плотность волокнистого потока в момент времени t на линии соприкосновения давящих валов, а через $Y(t)$ – линейную плотность потока в вершине основной воронки. Для случайных процессов $X(t)$ и $Y(t)$ де-

лаются те же предположения, что и в случае зоны выпуска обычной чесальной машины.

Обозначим через h рабочую ширину ЧЛМ, а через $v_{пр}$ – скорость каждого элемента прочеса. Предположим, что основная воронка и n предварительных воронок находятся в плоскости движения прочеса.

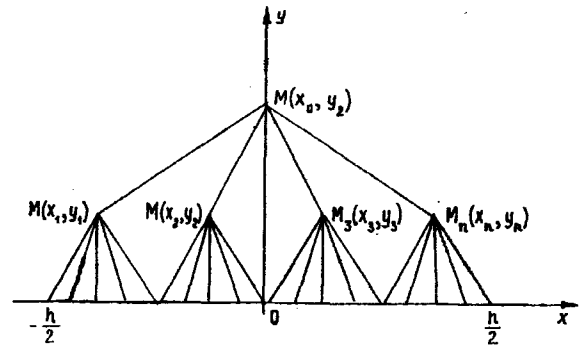


Рис. 1

Введем в этой плоскости систему координат следующим образом: ось Ox совпадает с линией соприкосновения давящих валов, а ось Oy перпендикулярна этой линии и проходит через ее середину (рис. 1, где основная воронка расположена в т. M_0 , а предварительные воронки в т.т. $M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$; отрезок $[-h/2; +h/2]$ разбит на n равных частей).

Рассмотрим k -ю часть отрезка $[-h/2; +h/2]$ на линии соприкосновения давящих валов, через которую волокнистый поток, сужаясь, движется к т. M_k , где располагается k -я предварительная воронка ($k=1, 2, 3, \dots, n$). Передаточная функция для этой элементарной зоны находится точно так же, как для зоны выпуска обычной чесальной машины:

$$W_k(S) = \frac{1}{h} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-\frac{\sqrt{(x_k-x)^2 + (y_k)^2}}{v_{пр}} S} dx.$$

Поскольку волокнистый поток из т. M_k приходит в т. M_0 с запаздыванием во вре-

мени, равным $\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}}$, то пе-

редаточная функция для всей k-й зоны согласно теореме запаздывания примет вид

$$W_{k0}(S) = \frac{1}{h} e^{-\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}}s} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-\frac{\sqrt{(x_k-x)^2+y_k^2}}{v_{np}}s} dx. \quad (2)$$

Ввиду того, что в т. M_0 происходит сложение потоков волокнистой массы, приходящей из предварительных воронок, передаточная функция $W(S)$ зоны ленто-

формирования ЧЛМ находится простым сложением соответствующих передаточных функций $W_{k0}(S)$ по всем элементарным зонам:

$$W_k(S) = \frac{1}{h} \sum_{k=1}^n e^{-\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}}s} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-\frac{\sqrt{(x_k-x)^2+(y_k)^2}}{v_{np}}s} dx. \quad (3)$$

Теперь найдем передаточную функцию двухсъемной ЧЛМ. Обозначим через $x(t)$ линейную плотность волокнистого потока в момент времени t на главном барабане перед линией съема первого съемного барабана. Пусть k_1 – коэффициент съема для первого съемного барабана. Тогда линейная плотность волокнистого потока, сходящего с первого съемного барабана в тот же момент времени t , изменится в k_1 раз. Таким образом, передаточная функция та-

кого преобразования линейной плотности будет равна k_1 . Этот поток делится на n равных частей, из которых формируются предварительные прочесы, затем они складываются в основной воронке. Передаточная функция такого преобразования описывается формулой (3). Следовательно, передаточная функция двух последовательных преобразований находится как произведение соответствующих передаточных функций:

$$W_1(S) = k_1 \frac{1}{h} \sum_{k=1}^n e^{-\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}}s} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-\frac{\sqrt{(x_k-x)^2+(y_k)^2}}{v_{np}}s} dx. \quad (4)$$

Линейная плотность остаточного слоя на главном барабане в момент времени t непосредственно после линии съема первого съемного барабана изменится в $(1-k_1)$ раз. Передаточная функция такого преобразования будет равна $(1-k_1)$. Далее волокнистый поток транспортируется главным барабаном до линии съема второго съемного барабана за промежуток времени

длительностью τ . Передаточная функция такого транспортирования равна $(-\tau S)$.

Пусть коэффициент съема для второго съемного барабана равен k_2 . Следовательно, линейная плотность на линии съема второго барабана изменится в k_2 раз и передаточная функция для этой зоны будет равна k_2 . Затем волокнистый поток разделится на n равных частей, которые попадут

в предварительные воронки, после чего последние поступят в основную воронку. Очевидно, передаточная функция для зоны от линии съема после второго съемного барабана до основной воронки будет также находиться по формуле (3). Тогда переда-

точная функция потока, сходящего через второй съемный барабан от линии съема первого съемного барабана до основной воронки, найдется как произведение элементарных передаточных функций:

$$W_2(S) = (1 - k_1)e^{-\tau s} k_2 \frac{1}{h} \sum_{k=1}^n e^{-\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}} s} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-\frac{\sqrt{(x_k-x)^2+(y_k)^2}}{v_{np}} s} dx. \quad (5)$$

Подставив в (1) выражения (4) и (5), получим уравнение для вычисления пере-

даточной функции двухсъемной чесально-ленточной машины:

$$W(S) = k_1 \frac{1}{h} \sum_{k=1}^n e^{-\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}} s} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-\frac{\sqrt{(x_k-x)^2+(y_k)^2}}{v_{np}} s} dx + \\ + (1 - k_1)e^{-\tau s} k_2 \frac{1}{h} \sum_{k=1}^n e^{-\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{v_{np}} s} \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-\frac{\sqrt{(x_k-x)^2+(y_k)^2}}{v_{np}} s} dx.$$

Если считать, что прочесы, снимаемые первым и вторым съемными барабанами, имеют одинаковую линейную плотность, то при выводе передаточной функции чесально-ленточной машины можно не учитывать коэффициенты съема k_1 и k_2 , то есть можно рассматривать в качестве случайного процесса $X(t)$ линейную плотность в момент времени t непосредственно

после линии съема первого съемного барабана. Таким образом, в тот же момент времени t линейная плотность прочеса непосредственно после линии съема второго съемного барабана будет $X(t-\tau_{1,2})$. Тогда передаточная функция примет более простой вид:

$$W(S) = \frac{1}{h} \sum_{k=1}^n \int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} (e^{-\frac{\sqrt{(x_0^1-x_k^1)^2+(y_0^1-y_k^1)^2} + \sqrt{(x_k^1-x)^2+(y_k^1)^2}}{v_{np}} s} + \\ + e^{-\frac{\sqrt{(x_0^2-x_k^2)^2+(y_0^2-y_k^2)^2} + \sqrt{(x_k^2-x)^2+(y_k^2)^2}}{v_{np}} s + \tau_{1,2}}) dx. \quad (6)$$

ВЫВОДЫ

Процесс выравнивания зоны лентоформирования на двухсъемной чесально-ленточной машине представлен как линейная динамическая система.

Найдено выражение передаточной функции (6) динамической системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 16146 РФ. Чесально-ленточный агрегат / Дрягина Л.В. и др. – Оpubл. 2000. Бюл. № 34.

2. А.с. 1049583 СССР. Способ получения ленты / Зарубин В.М. и др. – Оpubл. 1983. Бюл. № 39.

3. Зарубин В.М., Таушева И.В., Лаговская Е.В. // Изв. вузов. Текстильная промышленность. – 2000, № 6.

4. Борзунов И.Г. и др. Прядение хлопка и хим. волокон: Учебник для вузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

5. Зарубин В.М. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987, № 5. С. 31...33.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 25.05.01.